Aus der chirurgischen Klinik der Universität Breslau
Direktor: Prof. Dr. Küttner

Ueber die Aetiologie der Spondylolisthesis

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
bei der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau
vorgelegt von

Fritz Drehmann

Breslau 1932
Druck von Anton Schreiber, Breslau

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Breslau

I. Referent: Professor Dr. Hahn

II. = Professor Dr. Küttner

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dem Andenken
meines Vaters und Lehrers

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543104_0062

In den letzten Jahren sind so viele Arbeiten über die Spondylolisthesis erschienen, daß das klinische Bild klar ist und zu dem objektiven Befund nichts Neues mehr beizutragen ist. Um so größere Schwierigkeiten macht uns aber auch heute noch die Frage nach der Ätiologie der Erkrankung. Diese Frage gewinnt immer mehr an Bedeutung, da oft entschieden werden soll, ob das Leiden sich im Anschluß an einen Unfall entwickelt hat, ob der Unfall die unbedingte Voraussetzung ist, oder ob eine Spondylolisthesis auch allmählich im Laufe langer Jahre entstehen kann. Wir wollen daher, ohne auf die klinischen Erscheinungen näher einzugehen, alle Aeußerungen über die Entstehungsweise dieser Krankheit kurz zusammenstellen und kritisch betrachten. Es wird sich dabei nicht vermeiden lassen, vieles Bekannte zu wiederholen. Auch wird es wahrscheinlich nicht möglich sein, am Ende unserer Betrachtungen zu sagen, daß mit Bestimmtheit nur ein ätiologischer Faktor für alle Fälle in Betracht kommt. Unsere Hauptaufgabe wird sein, den Zusammenhang zwischen Spondylolisthesis und Trauma einerseits und Spondylolisthesis und angeborenen Defekten der Wirbelbildung andererseits eingehend zu beleuchten, da diese von vielen Autoren als Entstehungsursache herangezogen werden.

Die Bezeichnung Spondylolisthesis für das allmähliche Abgleiten des 5. Lendenwirbels vom Kreuzbein wurde 1853 von Kilian eingeführt. Dieser Name hat sich inzwischen eingebürgert, obwohl er dem anatomischen Befund nicht entspricht, denn es handelt sich nicht um ein Abgleiten des ganzen Wirbels auf seiner Unterlage. Nur der Wirbelkörper mit seinen oberen Gelenk- und Querfortsätzen verschiebt sich gegen das Kreuzbein bzw. gegen den 5. Lendenwirbel, wenn eine Spondylolisthesis des 4. Lendenwirbels vorliegt, die allerdings bedeutend seltener beobachtet wird. Die hinteren Gelenkfortsätze mit dem Proc. spin. bleiben an ihrer Stelle.

Nach Fitch wurde schon 1872 von Herbiniaux ein Krankheitsbild beschrieben, das ohne Zweifel eine Spondylolisthesis war.

Rokytansky (1836) sah auch schon Fälle von Spondylolisthesis, die er als Kyphosen der tiefsten Lendengegend beschreibt, ohne Angaben zu machen, wie es zu diesem Zustande kommen kann.

Von Anfang an stand neben dem klinischen Interesse die Ergründung der Aetiologie dieses eigentümlichen Krankheitsbildes im Mittelpunkt aller Betrachtungen. So wurden im Laufe der Zeit die verschiedensten Vermutungen und Behauptungen aufgestellt, die zunächst kurz wiedergegeben werden sollen.

Nach Kilian (1853) ist die Ursache der Verschiebung eine rein lokale Erweichung der lumbosacralen Intervertebralscheibe, der hier gelagerten Gelenkbänder und der darunter liegenden Knochenmassen auf Grund einer vorangegangenen Dyskrasie wie Tuberkulose oder Skrofulose.

Kiwisch, Seyffert und Späth erklärten die fertige Verschiebung für angeboren, ohne die veranlassenden Momente für die intrauterine Entwicklung angeben zu können.

Hohl (1855) leugnet das angeborene Vorkommen und nimmt auch beschränkte Erweichungsprozesse der Knochen an.

Sehr wichtig zur Erklärung der mechanischen Vorgänge beim Abgleiten des Wirbels, sind die Untersuchungen von Robert (1855). Sie brachten die erste Erklärung des bis dahin unverständlichen Prozesses. Er schnitt zuerst die letzte Bandscheibe durch, desgleichen sämtliche Bandverbindungen der Lumbosacraljunktur. Auf diese Weise konnte er keine Olisthesis erzeugen.

Wenn er dagegen den Bogen des 5. Lendenwirbels beiderseits in der Portio interarticularis durchsägte, so gelang es ihm diese leicht durch Druck zu erzeugen. Er zog daraus folgende Schlüsse:

1. Eine Verschiebung des 5. Lendenwirbels über das Kreuzbein wird gewöhnlich durch die schiefen Fortsätze verhindert.

2. Sie kann nur eintreten bei Zerstörung derselben oder Bruch, oder wenn die schiefen Fortsätze des Kreuzbeins soweit auseinandergewichen sind, daß die unteren schiefen Fortsätze des 5. Lendenwirbels zwischen ihnen durchpassieren können, oder wenn die unteren schiefen Fortsätze des 5. Lendenwirbels vollständig luxiert sind. Der erste Schluß von Robert ist richtig. Durch seine zweite Folgerung könnte man eine Verschiebung des 5. Lendenwirbels als Ganzes erklären, die aber hier nicht in Frage kommt. Daraus geht hervor, daß er durch seine Versuche die Entstehungsmöglichkeit der Spondylolisthesis zwar klargelegt hat, aber daß er selber nicht imstande war, aus ihnen die richtigen Schlüsse zu ziehen, weil er seine Aufmerksamkeit nur auf die Gelenkfortsätze lenkte, obwohl seine Experimente eindeutig zeigen, daß die Ursache für das alleinige Abgleiten des Wirbelkörpers in einer Kontinuitätstrennung der Interarticularportion des 5. Lendenwirbels zu suchen ist. Er glaubte, daß diese Anomalie der lumbosacralen Gelenkfortsätze angeboren ist.

Lambl (1856) bezeichnet die Spondylolisthesis als ein auf Grund kongenitaler Disposition durch die Körperlast erworbenes Uebel und stellt im übrigen die Theorie einer hydrorrhachischen Deformation des Wirbelkanals auf, deren Folgen sollen sein:

Eine mit der Erweiterung des Wirbelringes verbundene die Olisthesis ermöglichende Stellungsveränderung der lumbosacralen Gelenkfortsätze.

Weiterhin führt er das Vorhandensein anomaler Ossifikationsprozesse an:

1. Ueberzählige typische Knochenkerne, die zur Bildung eines eingekeilten, rudimentär entwickelten Schaltwirbels führen.

2. Ossifikationshemmung, wie die von ihm beobachtete Pseudarthrosis in der Interarticularportion.

Als andere Ursachen noch: Luxation der Lumbosacraljunktur und Fraktur des Bogens des betreffenden Lendenwirbels.

Dieser Theorie schlossen sich später viele Autoren an wie Olshausen (1864), Luschka (1864), Barnes (1865), Lazarewitsch (1879).

Ihren größten Gegner fand sie später in Neugebauer, sie soll daher im Zusammenhang mit den verschiedenen Arbeiten dieses Autors besprochen werden.

Von Breslau (1855 und 61) wurden Erweichungsprozesse im und um den letzten Zwischenwirbelknorpel nach der Pubertät angegeben, außerdem entzündliche Erweichung des Knochengewebes des letzten Lendenwirbels, und obersten Kreuzbeinwirbels durch Trauma oder schweres Tragen. Da es aber Breslau in keinem Falle gelungen ist, irgendwelche Spuren einer Eiterung festzustellen, bezeichnete er diesen Prozeß als Caries sicca.

Nach Billeter ist die Spondylolisthesis das Endglied einer Reihe entzündlicher Erscheinungen durch die chronische traumatische Wirkung des Lastenschleppens bedingt.

Adams, Brodhurst (1865), Kraus (1867), Ender (1869), Didiers (1874) geben teils rachitische Erweichung der Knochen, teils entzündliche Prozesse wie Caries, oder Herrgott und van den Boosch (1879) Malum Pottii des 5. Lendenwirbels an.

Blake (1867) führt die starke Gewichtszunahme seiner Patientin von über 100 Pfund während einer Schwangerschaft an.

Diese Theorien, daß es sich um lokale Erweichung irgendwelcher Teile des 5. Lendenwirbels handle, wurden später bald aufgegeben, da keine anatomischen Befunde zur Stütze erbracht werden konnten. Es wäre auch sehr ungewöhnlich, wenn sich bei einem sonst völlig gesunden Menschen gerade an dieser Stelle ein umschriebener entzündlicher Prozeß abspielen sollte. In den Fällen, bei denen wirklich eine tuberkulöse Zerstörung des Wirbels vor sich gegangen ist, kann es wohl zu der Ausbildung eines Gibbus kommen, es wurde aber nie das Entstehen einer Spondylolisthese beobachtet. Ebenso abzulehnen ist die Annahme einer rachitischen Erweichung.

Lange (1868) erblickt in Veränderungen der lumbosacralen Gelenkfortsätze den ätiologischen Faktor.

Daneben findet sich des öfteren die Angabe, daß ein Trauma die ausschlaggebende Rolle spiele, z. B. bei Hugenberger (1863), Barnes (1865), Schwing (1876) und Lazarewitsch.

Königstein (1871) bezeichnet als Ausgangspunkt der Deformation die Dehnbarkeit der Interarticularportion infolge mangelhafter Verknöcherung. Die knorplige Beschaffenheit dieser Stelle sei nicht so selten, wie man allgemein glauben möchte.

In diesen Streit der verschiedensten Auffassungen brachte Neugebauer in seiner Monographie eine gewisse Uebersicht und Klärung hinein. Da seine Arbeiten sehr ausführlich und genau sind, und auch in neuester Zeit immer auf sie zurückgegriffen wird, sollen sie hier etwas eingehender besprochen werden.

Er behauptet zunächst, daß die Deformation erst erfolgt sein kann, nachdem bereits die aufrechte Haltung des Rumpfes statthatte, da wir nicht in der Lage sind, für das intrauterine Leben die Faktoren zu entdecken, welche als mechanisch wirkende Kräfte geeignet wären, eine derartige Druckdeformation herbeizuführen. Die relativ seltene Deformation sei an die Existenz gewisser relativ selten vorhandener Bedingungen geknüpft. Deren wichtigste ist: Die pathologische Verlängerung der Interarticularportion jederseits; der Grad der Olisthesis entspricht dann dem Grade der Elongation.

Als Spondylolysis bezeichnet er einen Entwicklungsdefekt des Wirbelbogens, der erst diese zur Verschiebung nötigen Vorbedingungen schafft. Die Entstehung dieses Defekts erklärt er dadurch, daß abnormerweise in jeder Bogenhälfte zwei Knochenkerne angelegt wurden. An ihrer Berührungsstelle, also zwischen oberen und unteren Gelenkfortsatz, entsteht durch Ausbleiben der Verschmelzung eine Trennung der normalen Kontinuität des Bogens. Die vordere Hälfte eines solchen spondylolisthetischen Wirbels ist gewöhnlich mit der hinteren durch Pseudarthrosen oder ligamentär verbunden. Beide Teile können nach Annahme Neugebauers auch sekundär durch Verknöcherung des Ligaments synostosieren. Er beschreibt dann Präparate von Pseudarthrosis interarticularis nach eigenen Beobachtungen und stellt die bisher veröffentlichten Fälle zusammen.

Es gilt nun die schwierige Frage zu beantworten, ob diese Pseudarthrosen kongenitalen Ursprungs sind, oder ob sie erst nach einer Fraktur im späteren Leben entstehen.

Für den kongenitalen Ursprung sprechen nach Neugebauer besonders einmal die häufige Koincidenz mit anderweitigen Ossifikationsdefekten, sodann das wiederholt beobachtete einseitige Vorkommen der Spalte. Es komme sowohl kongenitale Bildungshemmung als auch Ausbleiben der reparativen Synostose nach einer Fraktur als mögliche Entstehungsursache der Pseudarthrose in Frage. Es erfolge zwar eine normale Kallusbildung, aber der Patient erwarte die Verknöcherung desselben nicht in ruhiger Horizontallage ab. Die Bedingungen zur Dehnung der Interarticularportion sind dann in dem noch nicht verknöcherten Kallus gegeben. Er führt weiter aus, daß die Brüche der Wirbel erfahrungsgemäß sehr selten mit knöchernem Kallus heilen, scheinbar deshalb, weil eine genügende Fixation der Bruchenden an der Wirbelsäule angesichts des Mechanismus sämtlicher Rumpfbewegungen nicht in Frage kommt. Die Nachgibigkeit selbst eines normalen Kallus muß unter Einwirkung der Rumpflast zu einer Deformation desselben führen, falls nicht durch irgendwelche Verbindungen ligamentöser Art der Dislokation ein Widerstand entgegengesetzt wird. Für Fraktur führt er folgende Tatsachen an:

1. Die Angabe der Patienten, die Deformation datiere von einem Sturz aus der Höhe.

2. Das klinische Krankheitsbild einiger Fälle, welches den Voraussetzungen eines Wirbelbruches entspricht.

3. Den an einigen Becken gelieferten anatomischen Nachweis einer entsprechenden Frakturspur in der Interarticularportion. Daß eine solche Fraktur ohne sofortige Dislokation der Bruchteile stattfinden könne, ergibt sich aus der mächtigen ligamentösen Verbindung mit der Nachbarschaft.

Neugebauer läßt aber auch die Möglichkeit offen, daß die Frakturspuren einer sekundären Infraktion der nach geschehener Deformation ad maximum gedehnten und verschmächtigten Interarticularportion zuzuschreiben seien und keineswegs in ätiologischer Beziehung zur Olisthese stehen. Daß die Olisthese also bereits vor dem anamnestisch angegebenen Trauma existiert habe und erst das Trauma zu der Fraktur des abnorm gedehnten Wirbelbogens geführt habe.

Es folgt eine Zusammenstellung von 17 Fällen mit kurzer Anamnese. In 6 Fällen wird Trauma als Ursache angegeben, in 2 Fällen plötzlicher Beginn nach Aufheben einer schweren Last, 4 Fälle mit langsamen Beginn und häufigen Kreuzschmerzen werden anamnestisch auf das dauernde Tragen schwerer Lasten zurückgeführt, 3 weitere Fälle betreffen Frauen, die 7 oder 8 Schwangerschaften angaben mit teils recht schwerem Geburtsverlauf, was mit der durch das Abgleiten des 5. Lendenwirbels verursachten Beckenenge zu erklären ist. Diese 15 Fälle führt Neugebauer auf ein erlittenes Trauma zurück.

In einem Falle von Olshausen ergibt die Anamnese keinerlei Anhaltspunkte für ein vorausgegangenes Trauma. Es handelt sich um eine 24jährige Erstgebärende, die bis zum 18. Lebensjahre immer gesund gewesen war, bis sie eines Morgens bemerkte, daß sie sich in der Rückenwirbelsäule nicht gerade biegen konnte. Sie klagte über Schmerzen im linken Knie, Hüfte und besonders im Kreuz.

Noch wichtiger ist ein von Robert beschriebener Fall, der ein vierjähriges Kind betrifft. Bei diesem wurde zur Zeit der beginnenden aufrechten Haltung und des Gehens eine abnorme Lendenlordose mit verringerter Beckenneigung bemerkt. Es fand sich keine Spur irgendeiner Erkrankung und es fehlte jeder positive ätiologische Anhaltspunkt. Als vermutliche Aetiologie wird die Belastung der Lumbosacraljunktur durch die Rumpflast bei angeborener Anomalie angeführt.

Da nun außer der traumatischen Veranlassung eine causa sui generis für die Elongation der Interarticularportion nicht gefunden werden kann, kommt Neugebauer zu dem Schluß, auf Anomalien der Anlage und des Wachstumsprozesses der betreffenden Knochenteile zu rekurrieren. Weiterhin widerlegt er die Annahme von Robert und Lambl, daß es sich um eine anomale Anlage der lumbosakralen Gelenkfortsätze handle, da sie nur als Bedingung zur Entwicklung einer echten Spondylolisthese, das heißt zur Verschiebung des Wirbels als Ganzes, die aber noch nie beobachtet worden ist, nicht aber einer Olisthesis der vorderen Wirbelhälfte herangezogen werden könne.

Die Hydrorrhachistheorie von Lambl wird von Neugebauer widerlegt. Ebenso negiert er den Zusammenhang

zwischen den rudimentären Schaltwirbeln am Münchner und Prag-Würzburger Becken mit der Spondylolisthesis. Die Beobachtung sei zwar richtig, aber sie stelle nur einen Zufallsbefund dar, der mit der Entstehung der Deformität nichts zu tun habe.

Auf Grund seiner sehr ausgedehnten Untersuchungen kommt er zu folgenden Schlüssen:

Solange wir nicht imstande sein werden, die Annahme einer genuinen krankhaften Primärerweichung der Interarticularportion des 5. Lendenwirbelbogens durch analoge Fakta zu rechtfertigen, sind wir notwendig gezwungen, die Spondylolisthesis erstens auf eine kongenitale Ossifikationsanomalie zurückzuführen. Auf diese Entstehungsursache weise die Koincidenz mit anderweitigen Ossifikationsanomalien hin, wie Pseudarthrosis interarticularis, Spondyloschisis posterior und Schaltwirbel.

Zweitens auf eine frakturäre Absprengung in der Interarticularportion mit nachfolgender Dehnung des Kallus oder durch eine auf das Trauma folgende Reaktion wie sekundäre Resistenzverminderung, Erweichung, Dehnbarbeit der erweichten Bogenspangen an der Stelle der größten Belastung.

Er erklärt somit die Spondylolisthese für eine auf Grund gewisser prädisponierender Bedingungen durch die Wirkung der Rumpflast erworbene Belastungsdeformität.

In einer späteren Arbeit über die Aetiologie der Spondylolisthesis bringt er weitere Beweise für die kongenitale Entstehung der Spondylolysis. Er glaubt, daß die meisten Fälle durch eine Entwicklungshemmung bedingt sind. Bewiesen werde diese Theorie durch entsprechende Fötalpräparate bzw. Neonatenwirbel. Er hat den gleichen Befund einer einseitigen Spondylolyse zuerst an zwei Neonatenskeletten in Dorpat entdeckt. Außerdem beschreibt er ein Fötalskelett aus der Sammlung von Hasse in Breslau, an dem sich eine Spondylolyse des 3., 4. und 5. Dorsalwirbels rechts fand und schließlich konnte er noch 8 Fälle von fötaler Spondylolyse beobachten. Daraus schließt er, daß in weitaus den meisten Fällen die Spondylolyse kongenital bedingt sei, und nur in einzelnen sicher frakturär.

In seiner letzten Arbeit geht Neugebauer noch auf die Entstehung des Wirbels aus den einzelnen Kernen ein.

Er stützt sich dabei wahrscheinlich auf die Angaben der französischen Autoren Rambaud und Renault, die er auch schon früher kurz erwähnte. Danach bildet ein vorderer Knochenkern die vordere Hälfte des Bogens, das heißt, den Seitenteil des Wirbelkörpers, Bogenwurzel und obere Gelenkfortsätze, ein hinterer bildet die hintere Bogenhälfte samt unteren Gelenkfortsatz und Dorn. Ein intermediärer seitlich den Querfortsatz und seine Annexa.

Wie weit diese Angaben einer eingehenden anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Nachprüfung standhalten, wird sich später ergeben. Neugebauer beschreibt außerdem noch ein Präparat mit Spondylolysis congenita des 3., 4. und 5. Lendenwirbels mit gleichzeitiger Bifidität des 1. Sacraldorns.

Chiari (1892) richtete seine Aufmerksamkeit vor allem auf den anatomischen Bau der lumbosacralen Verbindung zwischen Lendenwirbel und Kreuzbein und berücksichtigte den Bau und die Funktion der Gelenkfortsätze. Er behauptet auch, daß es Fälle von Spondylolisthesis gibt mit allmählichen Gleiten des Wirbels in toto und bezeichnet die Spondylolisthesis als chronische Luxation im Gegensatz zur traumatischen. Er bemerkt aber, daß dieses Herabgleiten der Wirbelsäule in erster Linie durch das feste Ineinandergreifen der lumbosacralen Gelenkfortsätze verhindert wird, und daß erst in zweiter Linie für die Festigkeit dieser Gelenkverbindung die Bandmassen zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Kreuzbein in Betracht kommen.

Er stellte nun in Ergänzung der Versuche von Robert, der die Interarticularportion durchsägt hatte und so ein Abgleiten erzielte, eine Reihe von Untersuchungen über die Gelenkfortsätze an. Er durchschnitt zunächst sämtliche Bandapparate zwischen letztem Lendenwirbel und Kreuzbein, die letzte Bandscheibe samt den Ligamenta longitudinalia, die letzten Ligamenta flava und das letzte Ligamentum interspinosum. Trotz stärksten Druckes entstand keinerlei Verschiebung des letzten Lendenwirbels gegen das Kreuzbein. Durchsägte er aber auf beiden Seiten die oberen Gelenkfortsätze des letzten Lendenwirbels an ihrer Basis, so konnte er bei starkem Druck von oben her auch

bei unverletztem Bandapparat eine allerdings geringe Verschiebung des 5. Lendenwirbels gegen die Basis des Kreuzbeins hervorrufen. Dieselbe wurde immer stärker je mehr er die Bandapparate inzidierte. Er stellt dann zwei Gruppen von ätiologischen Faktoren auf.

1. Kategorie: Abnorme Verhältnisse im Bereich der lumbosacralen Gelenkfortsätze, wodurch der letzte Lendenwirbel zum Gleiten gebracht wird.

1. Entwicklungsanomalien derselben.
2. Krankhafte Zerstörungen.
3. Frakturen.
4. Luxationen im Bereiche der ursprünglich normal gebildeten Gelenkfortsätze.

Schon die Bezeichnung chronische Luxation zeigt, daß Chiari den Begriff Spondylolisthesis verallgemeinern will und auf eine ganze Reihe von Erscheinungen ausdehnen will, die sich im Anschluß an ein Trauma entwickeln können, die mit der Spondylolisthesis nicht mehr das Mindeste zu tun haben. Wir müssen immer wieder betonen, daß unter Spondylolisthesis nur das Abgleiten des Wirbelkörpers mit den oberen Gelenkfortsätzen zu verstehen ist unter Zurückbleiben des hinteren Bogenteils. Schon Robert und Lambl hatten solche Behauptungen aufgestellt und auch in der neueren Literatur finden sich häufig solche Verwechslungen. Diese Feststellungen können nur zu Verwirrung Anlaß geben und sind lediglich dazu geeignet, ein anatomisch genau beschriebenes und festgelegtes Krankheitsbild wieder zu verwischen. Es erübrigt sich daher, auf diese erste Kategorie näher einzugehen, da die Totalluxationen, Subluxationen und Luxationsfrakturen ein eigenes Gebiet darstellen, das streng von der uns beschäftigenden Deformität zu trennen ist.

Als zweite Kategorie stellt er auf: Abnorme Verhältnisse, durch welche der Bogen des 5. Lendenwirbels infolge der auf ihn von oben her bei aufrechter Haltung des Körpers wirkenden Rumpflast zur Verlängerung gebracht wird, sodaß seine vordere Hälfte nach vorn geschoben wird.

1. Entwicklungsanomalien des Bogens. Er schließt sich hierin der Theorie Neugebauers an. Für die Entstehung

der Spondylolisthesis aus der Spondylolyse verlangt er besondere Verhältnisse, wie Belastung, Trauma usw.

2. Krankhafte Erweichung. Für diesen Punkt kann er aber keinerlei Beweismaterial bringen.

3. Fraktur. Er stellt fest, daß der sichere Beweis des wirklichen Vorkommens einer Spondylolisthesis aus primärer Fraktur des Bogens des 5. Lendenwirbels erst dann erbracht sein wird, wenn anatomisch und anamnestisch sicher zu beziehende initiale Fälle werden konstatiert sein. Jedenfalls sei diese Aetiologie zu beachten. Dieser sichere Beweis steht auch heute noch aus.

4. Führt er eine Theorie von Lane (1884) an, der den Grund für die Lösung in einer plastischen Druckdeformation sieht. Er kann aber auch hierfür kein Beweismaterial bringen.

Putti (1910) äußert sich folgendermaßen über die Aetiologie der Spondylolyse:

Ebensowenig wie er die Ansichten derjenigen Autoren teilt, welche die angeborenen morphologischen Anomalien der Vertebralelemente als das Produkt einer fehlerhaften Ossifikation auffassen, kann er in bezug auf die Spondylolisthesis der Ansicht beipflichten, daß diese Anomalie die Folge einer Ossifikation des Wirbelbogens durch das Auftreten zweier Ossifikationspunkte statt einem sei. Er möchte, was die formale Genese anlangt, diese den vielen angeborenen Anomalien anreihen, die nur zu deuten sind, wenn man auf die ontogenetische Periode zurückgreift, in welcher der Wirbel durch eine Gruppierung mehrerer untereinander morphologisch unabhängiger Teile vertreten ist. Die Einteilung in vordere und hintere Bögen sei eine normale Einrichtung der präostalen Periode. Und es sei eben diese primitive physiologische Trennung, welche ausnahmsweise in der definitiven Zusammensetzung der Metameren erhalten bleibe, wie auch die Trennung zwischen Neuralbögen, zwischen beiden Hälften des Körpers und zwischen Körper und vorderen Bögen.

Er stellt schließlich das Schema eines Wirbels auf, in dem eine sagittale Ebene nicht nur beide hintere Bögen, sondern auch den Körper trennt, der in seiner primitiven Anlage eine doppelte Formation darstellen soll. Zwei dia-

gonale Ebenen trennen rückwärts die hinteren Bögen von den vorderen Bögen, vorn die Wurzeln der vorderen Bögen vom halben Körper. Von den Gelenkfortsätzen, die in seiner Figur nicht zur Darstellung kommen, gehören die oberen dem vorderen Bogen, die unteren dem Neuralbogen an. Durch dieses Schema wird der Wirbel also in 6 Teile geteilt. Die Trennungslinien geben die Stellen an, an denen infolge einer Entwicklungshemmung die Verschmelzung der einzelnen Teile miteinander ausbleiben kann.

Putti kommt zu dem Resultat, daß die angeborenen morphologischen Anomalien keine zufälligen Produkte sind, sondern typische morphologische Formen, die sich in den verschiedensten Fällen immer mit charakteristischen Erscheinungen wiederholen, weswegen man dieselben auf eine primäre konstante Anlage zurückführen muß. Er untersuchte auch die Präparate verschiedener Autoren, und fand, daß die direkt am mazerierten Skelett untersuchten Anomalien konstant einer der von ihm beschriebenen morphologischen Typen entsprechen, oder wenigstens mit größter Deutlichkeit beweisen, daß sie sich immer auf der Basis der Elementarform des Wirbels entwickelt haben.

Das Schema, das Putti an Hand von verschiedenen Beobachtungen aufgestellt hat, bringt uns lediglich eine Zusammenfassung der großen Zahl von Ossifikationsanomalien, die möglich sind. Es ist aber unmöglich, darin einen Beweis für die Art und Weise ihrer Entstehung zu erblicken. Jedenfalls ist die Bedeutung der phylogenetischen Entwicklung für das Auftreten gewisser Deformitäten sicher nicht abzuleugnen.

Schon Meckel (1812) erklärte die Interarticulär-Pseudarthrose durch eine Nachahmung des Baues einiger Reptilien, bei denen zeitlebens alle Wirbel in Bogen und Körper oder sogar auch in Fortsatzknochen geteilt bleiben.

Breus und Kolisko (1912) schließen sich in bezug auf die Entstehung der Spondylolysis der Ansicht Neugebauers an. Außerdem nehmen sie an, daß in der frühen Jugend, d. h. im Beginn die kongenitale Spondylolysis offenbar eine knorplige ist. An der Trennungsstelle soll eine Knorpellage eingeschaltet sein, wie zwischen den anderen Stücken, aus denen sich der kindliche Wirbel aufbaut. Der Wirbel soll also eine Zeitlang jederseits eine

knorpelige Unterbrechung seines knöchernen Bogens mehr haben als der normale, infolgedessen auch eine Wachstumszone mehr. Solange diese besteht, soll auch die Portio interarticularis selbständig in die Länge wachsen können. Die Belastungsverhältnisse der Wirbelsäule regen nun angeblich dort ein partiell gesteigertes Wachstum an, falls diese chondrale Wachstumszone im Bogen eingeschaltet ist. Wenn diese Fuge dann später verknöchere, dann könne eine verlängerte Interarticularportion ohne Spur einer Spondylolysis vorhanden sein. Falls die Knorpelfuge nicht verknöchere, so resultiere eine fasrige Umwandlung des Knorpels zu einer ligamentären Brücke.

Diese Theorie ist dazu geeignet, sämtliche Veränderungen an einem spondylolytischen Wirbel leicht verständlich zu machen. Die Beschreibung, die Breus und Kolisko geben, entspricht aber ganz dem Bilde einer jugendlichen Epiphysenlinie. Sie vermeiden es zwar, diese Bezeichnung direkt zu gebrauchen, aber sie vergleichen ihre angenommene Wachstumszone mit den normalen knorpligen Unterbrechungen des knöchernen Bogens, also mit den Epiphysenlinien. Es sind bis jetzt aber keinerlei anatomische Befunde erhoben worden, in denen man eine Bestätigung dieser Annahme erblicken könnte. Daß sie durch unsere entwicklungsgeschichtlichen Kenntnisse nicht gestützt werden kann, wird sich später zeigen.

Als sekundäre Veränderungen an dem bereits gedehnten Bogenteil führen sie Druckatrophie und Perforation durch die Gelenkfortsätze des 4. Lendenwirbels an. Sie kommen schließlich zu der Feststellung: Die Uebereinstimmung in dem Aussehen spondylolisthetischer Wirbel sei selbst in jenen Fällen, wo eine kongenitale Spondylolysis aus vielfachen Veränderungen, die den Wirbelbogen deformieren, nicht mehr deutlich herauszufinden sei, doch eine so große, daß auch diese Fälle den Gedanken an eine gleiche anatomische Grundlage erwecken müßten.

Die Literatur über die Spondylolisthesis hat sich inzwischen außerordentlich vermehrt, und es ist unmöglich, jede einzelne Arbeit an dieser Stelle genau anzuführen, da es sich auch teilweise nur um kurze kasuistische Mitteilungen handelt ohne nähere Angaben oder neue Untersuchungen über die Aetiologie. Es sollen daher nur noch

die Arbeiten berücksichtigt werden, die irgendwelche Angaben über ätiologische Faktoren enthalten.

Jaroschy (1926) gibt zunächst eine genaue Definition des Begriffes Spondylolisthesis, indem er sagt, daß zu dem Wesen des spondylolisthetischen Prozesses der langsame Verlauf der Wirbelverschiebung gehört, und daß es Verwirrung anrichten müsse, wenn plötzlich nach einem schweren Tauma auftretende Dislokation des 5. Lendenwirbels nach vorn bzw. nach vorn unten als Spondylolisthesis bezeichnet werde. Anamnestisch sei gewöhnlich irgend ein Anlaß für den Beginn des Wirbelgleitens festzustellen, vielleicht ein jahrelang zurückliegendes Trauma, bei Frauen häufig Schwangerschaft oder Geburt. Im übrigen schließt er sich der Ansicht Neugebauers an, daß es sich um eine angeborene Ossifikationsanomalie handle. Für die überwiegende Mehrzahl der Präparate schwerer Fälle sei der Nachweis geführt, daß die Spondylolisthesis auf dem Boden einer Spondylolysis entstanden war. Nach einer kurzen Besprechung der klinischen Erscheinungen und der Frage der Beckenneigung und der Stellung des Kreuzbeins, über die noch keine völlige Klarheit herrscht, geht er auf die Röntgenbefunde ein, sowohl an Hand von anatomischen Präparaten, wie an zwei eigenen Fällen. Der zweite Fall verdient besonderes Interesse. Es handelt sich um einen 18jährigen Mann, der von vier Meter Höhe auf die Beine stürzte. Erst nach zwei Wochen stellten sich unbestimmte Beschwerden ein. Das Röntgenbild zeigt im allgemeinen keine deutlichen Veränderungen. Dagegen zeigt der im übrigen normal gebildete 5. Lendenwirbel im Bogen zwischen auf- und absteigenden Gelenkfortsätzen einen deutlichen etwa 2 mm breiten den Bogen durchsetzenden Spalt von regelmäßigen nicht zackigen Konturen. Jaroschy erblickt in diesem Spalt den Ausdruck einer Spondylolysis congenita und erklärt, daß gegen Bogenfraktur vor allem das Fehlen einer zackigen Bruchlinie und die Anamnese spricht. Denn bei einem Bogenbruch wäre kaum anzunehmen, daß der Verletzte hätte 8 Tage beschwerdefrei sein können. Außerdem entspräche die Lage des Spaltes genau der Stelle, wo die Spondylolysis zu sitzen pflege. Durch das Trauma sei es zu einer Zerreißung von Bändern gekommen und daher zur Lockerung der lumbosacralen Verbindung.

Wilhelm (1927) beschreibt einen sehr instruktiven Fall von Spondylolisthesis. Gleichzeitig geht er näher auf das von dem Amerikaner Whitman aufgestellte Krankheitsbild der Präspondylolisthesis ein. Diesbezüglich sei auf die Bemerkungen von Glasewald (1927) hingewiesen, der sich als erster gegen diese Bezeichnung wendet. Die Symptome seien nur äußerlich ähnlich und berechtigten nicht dazu, das eine der beiden Zustandsbilder als das Vorstadium des anderen anzusehen.

Goljanitzki (1928) sammelte im Laufe von zwei Jahren 425 Fälle verschiedener Erkrankungen der Lendengegend. Sämtliche Kranke waren Schwerarbeiter und allen gemeinsam, daß die Erkrankung im Zusammenhang mit dem Heben schwerer Lasten stand. Er stellt 9 Formen von Erkrankungen der Lendengegend zusammen und konnte bei seinem Material 17 Fälle von Spondylolisthesis beobachten. Er sagt in bezug auf die Aetiologie, daß in den meisten Fällen ein Trauma nachgewiesen werden kann, wie Heben von Lasten, Sprung aus beträchtlicher Höhe und ähnliches. Besonderen Wert legt er auf die Feststellung, daß die gewöhnlich unter der Bezeichnung Lumbago zusammengefaßten Erkrankungen des Lenden-Kreuzbeinabschnittes der Wirbelsäule eine ganze Reihe verschiedenartiger Erkrankungen umschließen, unter denen neben einigen Infektionskrankheiten die Hauptmasse berufliche Verletzungen bilden, die einen typischen Krankheitsverlauf zeigen.

Wegener (1928) teilt zwei Fälle von Spondylolisthesis mit. Bei dem einen ist der Beginn der Dislokation allmählich entstanden. Es stellten sich ohne erkennbare Ursachen zunehmende Kreuzschmerzen ein. Es handelt sich um Spondylolisthesis des 4. Lendenwirbels. Den anderen Fall führt er als Beispiel einer im vorgeschrittenen Alter im Anschluß an eine einmalige Gewalteinwirkung entstandene Spondylolisthesis an.

Asbury (1927) hält die Entstehung einer Spondylolisthesis auch bei normaler Wirbelsäule im Anschluß an stärkere Gewalteinwirkung für möglich. Von 26 Fällen zeigten 5 kongenitale Bogendefekte am 5. Lendenwirbel und 10 Veränderungen am Lumbosacralgelenk. Als Ursache wurde meist ein bestimmtes Trauma angegeben.

Mouchet und Roederer sehen die Ursache für das Gleiten des Wirbelkörpers in entwicklungsgeschichtlichen Ursachen, das Trauma sei nur auslösendes Moment.

Ueber einen weiteren Fall einer allmählich ohne Trauma entstandenen Spondylolisthesis berichtet Schulz (1928). Es handelt sich um einen 18jährigen männlichen Patienten, bei dem sich Kreuzschmerzen und Schmerzen in den Oberschenkeln einstellten. Ein Trauma wird mit Bestimmtheit abgelehnt.

Turner (1929) berücksichtigt besonders die mechanischen Verhältnisse, die die Elongation des Bogens ermöglichen. Die mechanischen Vorgänge beim stärkeren Rückwärtsneigen (Lordosieren) des Lendenteils der Wirbelsäule äußern sich besonders in einer Kompression des 5. Lumbalbogens. Er zeigte am skelettierten Präparat, wie bei gewaltsamer Reklinition der Wirbelsäule die unteren Gelenkfortsätze des 4. Lendenwirbels an die Interarticularportion des 5. Lendenwirbels stoßen und fand an dieser Stelle eine deutliche Knochengrube. Da der Defekt fast nur am 5. Lendenwirbel vorkommt, will er anatomisch topographische Verhältnisse berücksichtigen. Außerdem weist er hin auf die intrauterinen Unterschenkelfrakturen, deren Lokalisation immer typisch die untere Hälfte des Knochens ist. Auch diese Anomalie kann während der ersten Lebensjahre unerkannt bleiben. Die Kontinuitätsunterbrechung werde dann erst unter dem Einfluß der Belastung manifest. Er stützt sich dann auf Untersuchungen von His. Dieser fand einen Typ menschlicher Embryonen, der konform der späteren Gestaltung eine konvexe Rückenlinie zeigt, bei dem anderen Typ ist der Rücken tief eingeschnitten und das Becken gestreckt nach abwärts gerichtet. His glaubt, daß gewisse Mißbildungen ihren Grund in dem Ausbleiben der richtigen Krümmung haben.

Bei Turner ist aber die folgende Bemerkung von His nicht berücksichtigt. His denkt nämlich an eine künstliche Erzeugung der starken Rückenkrümmung, da sich nach Mikrotomierung des Präparats herausstellte, daß im eingebogenen Teil das Rückenmark herausgetreten war. Für den 2. Embryonalmonat zieht Turner die von His beobachtete konstante Einziehung in der Gegend des unteren Teiles des Rückenprofils an. Er faßt daher die Spon-

dylolyse als ein Beispiel anatomischer Auswirkung mechanischer Wachstumswiderstände auf, das unter den Begriff der intrauterinen Belastungsdeformitäten fällt. Durch vermehrte lumbosacrale Abknickung infolge unbekannter Lageanomalien sollen die Gelenkfortsätze des 4. Lendenwirbels auf den in Bildung begriffenen Bogenteil des 5. Lendenwirbels einen Druck ausüben.

Es ist aber sehr zu bezweifeln, daß sich die Gelenkfortsätze bei einer fötalen Wirbelsäule tatsächlich an die Interarticularportion des darunterliegenden Wirbels in der Weise anstemmen können, daß sie irgendwelche trophische Störungen hervorrufen oder gar eine völlige Kontinuitätstrennung bewirken können. Die Verhältnisse lassen sich in dieser Hinsicht nicht mit denen an einer völlig knöchern ausgebildeten Wirbelsäule vergleichen. Die Gelenkfortsätze stehen viel flacher, als bei einem ausgebildeten Wirbel und sind auch beim Neugeborenen noch knorplig. Am skelettierten Präparat erscheint der Versuch Turners sehr instruktiv. Man kann jederzeit bei Lordosierung zeigen, daß seine Angaben richtig sind. Dieser Versuch ist aber aus verschiedenen Gründen nicht auf die Verhältnisse am Lebenden in vollem Umfange anzuwenden. Erstens ist das Fehlen der Bandscheibe zu berücksichtigen. Wenn diese erhalten ist, sind die Wirbelkörper einander nicht so genähert wie bei obigem Versuch. Zweitens wäre zu beweisen, daß bei intakten Bandverbindungen eine so starke Lordosierung möglich ist. Nach unseren Versuchen scheinen die Bänder und die Intervertebralscheibe zu reißen, ehe die dazu erforderliche Lordosierung der Wirbelsäule erreicht ist. Als drittes Moment ist der knöcherne Widerstand zu berücksichtigen, der durch das Aneinanderstoßen der Processi spinosi gegeben ist. Es müßte also erst zu einer Fraktur dieser Knochenteile kommen, wie wir dies auch bei sehr starker Lordosierung gesehen haben. Dies kann aber immer nur ein vorübergehender Zustand bei einem Trauma sein. Eine dauernde Einwirkung, wie sie Turner annimmt, ist aber nie vorhanden. Viertens ist zu berücksichtigen, daß in genau demselben Maße, in dem die unteren Gelenkfortsätze von L. 4 auf den Bogen von L. 5 wirken, auch die oberen Gelenkfortsätze von L. 5 auf den Bogenteil von L. 4 eine Kompression ausüben würden, wenn sie auch nicht

so scharfe Kanten aufzuweisen haben, wie die unteren. Es müßten also nach dieser Theorie beide Bögen denselben Defekt zeigen, dies ist aber nicht der Fall. Wenn man diesen Vorgang an der skelettierten Wirbelsäule, also unter denselben Umständen wie Turner, betrachtet, wird leicht klar, daß die oberen Gelenkfortsätze neben den Processi spinosi eine allzu starke Lordosierung bremsen. An ihnen greift die Gewalt an, sie brechen, wie ebenfalls aus unseren Versuchen hervorgeht. Aus diesen Gründen kann also die von Turner und vorher schon von Lane (1884) verlangte ständige Einwirkung auf den Wirbelbogen nicht zustande kommen.

Weil bezeichnet als Ursache ebenfalls die Spondylolysis, warum diese aber zur Olisthese führe sei unklar. Er denkt an Verhältnisse ähnlich der Coxa vara adolescentium. Aehnlich sagt Haglund, daß ihn die chronische Verschiebung an die chronische juvenile Epiphyseolyse erinnert. Aus den kurzen Mitteilungen geht nicht hervor, ob die Ausbildung einer regulären Epiphyse an dieser Stelle, (vielleicht im Zusammenhang mit einer angeborenen Ossifikationsanomalie, wie Breus und Kolisko glaubten) angenommen wird. Dieser Vergleich könnte jedoch leicht zu der Annahme führen, daß sich der Prozeß in der Epiphysenlinie abspielt, die zwischen vordere Bogenwurzel und Wirbelkörper liegt, was tatsächlich nie der Fall ist.

Junghanns (1930) bespricht die Spondylolisthesis an Hand von 30 pathologisch anatomisch untersuchten Fällen. In einem Drittel dieser Fälle handelt es sich um eine Veränderung am 4. Lendenwirbel. Er betont die Aehnlichkeit der in dem Spalt aneinanderstoßenden Flächen mit jugendlichen Epiphysen. Am frischen Präparat fand er straffe Bindegewebszüge und manchmal Bänder ähnlich dem Ligamentum flavum in dem Zwischenraum. Die mikroskopische Untersuchung ergab faseriges Bindegewebe, durch Zerreißung entstandene Hohlräume enthielten Blutungen, teils fanden sich auch Verkalkungen. In zwei Fällen sah er gleichzeitig eine Spaltung des Dornfortsatzes. Als Ursache der Spaltbildung nimmt er ebenfalls eine Anomalie der Knochenkernbildung im Bogen an und die Ausbildung einer abnormen Epiphyse, die den Traumen des täglichen Lebens nachgeben kann.

Hellner bringt einen typischen Fall für das allmähliche Abgleiten und beschreibt Spondylolisthesis incipiens im Sinne Scherbs. Er wendet sich vor allem gegen die von den amerikanischen Autoren in den Vordergrund gerückte Behauptung von der traumatischen Entstehung der Spondylolisthesis. Ferner stellt er die zum Abgleiten disponierenden anatomischen Besonderheiten der Lumbosacralgegend zusammen. In einem Schema stellt er die Gegensätze zwischen der Spondylolisthesis und der traumatischen Sub- und Totalluxation gegenüber, die streng voneinander zu trennen sind. Die Möglichkeit der traumatischen Entstehung wird jedenfalls offengelassen, wenn auch in der Mehrzahl der Fälle diese im Sinne einer einmaligen Gewalteinwirkung nicht nachzuweisen sei. Als Vorbedingung verlangt er das Vorhandensein der verschiedenen anatomischen Faktoren.

Müller und Zwerg (1930) behaupten, daß sich bei nicht reponierter angeborener Hüftgelenksluxation die Stellungsänderung des kindlichen Kreuzbeins auf dem Wege einer mehr oder minder hochgradigen Spondylolisthesis zwischen den oberen Sacralwirbeln abspielt. Was die Stellungsänderung des Kreuzbeins und die starke Lordose bei diesem Krankheitsbild mit der Spondylolisthesis zu tun haben soll, ist nicht ersichtlich. Es findet sich in diesen Fällen keine Kontinuitätstrennung im Bogenteil und es kann daher nicht zum Abgleiten der vorderen Wirbelteile kommen. Auch die beigegebenen Röntgenbilder lassen die Ueberzeugung nicht aufkommen, daß es sich um einen Prozeß handeln könne, der mit der Spondylolisthesis etwas zu tun hat.

Hellner nimmt den Beginn immer vor Abschluß des Wachstums an, jedenfalls vor dem 25. Jahre. Dieser Behauptung stehen zwar viele Beobachtungen entgegen, bei denen das Leiden erst in höherem Alter entstand, es wird aber letzten Endes schwer zu entscheiden sein, in welche Zeit der Beginn zu setzen ist, da den Patienten und der Umgebung erst die hochgradigen Veränderungen ins Auge fallen, und die Dauer der Ausbildung der fertigen Dislokation ohne entsprechende äußere Gewalteinwirkung viele Jahre betragen kann.

Besondere Schwierigkeiten machte die Darstellung der Spondylolisthesis im Röntgenbilde. Auf der Aufnahme von vorn nach hinten ist nur selten und nur bei starker Verschiebung ein positiver Befund zu erheben, indem der 5. Lendenwirbel auf das Kreuzbein projiziert wird. Die Mitteilungen über die Röntgendiagnostik dieser Gegend und insbesondere der Spondylolisthesis, sind zunächst sehr spärlich. Es sind vor allem die Arbeiten von Ludloff, Simon, Schede, Wiemers und Hammes zu nennen. Durch die Verbesserung der Technik, besonders der seitlichen Aufnahme der Lendenwirbelsäule, die durch die davorliegende Darmbeinschaufel erschwert werden, finden sich in den meisten neueren Arbeiten sehr gute Röntgenaufnahmen. Vor allem ist es dadurch gelungen, auch die beginnenden Fälle von Spondylolisthesis nachzuweisen, bei denen die Verschiebung noch nicht so hochgradig ist, daß die Diagnose sehr erschwert bzw. unmöglich sein kann. Dadurch erklärt sich auch das zahlenmäßige Anwachsen der Fälle.

Jaroschy ist es sogar gelungen, bei einem Fall ohne vorhandene Dislokation einen Spalt in der Interarticularportion des 5. Lendenwirbels nachzuweisen. Er erblickt in diesem Befund eine Spondylolysis congenita. Auch Meisels (1927) hat einen derartigen Befund erhoben (bei einem 20jährigen Bauarbeiter mit sehr starker Spondylolisthesis). In der Anamnese wird Trauma angeführt. Eine spaltförmig unregelmäßig begrenzte Knochenlücke ließ sich im Röntgenbilde nur linkerseits im Wirbelbogen nachweisen. Auf den beigegebenen Bildern ist eine solche Knochenlücke jedoch nicht zu erkennen. Diese beiden Autoren ziehen aus den Aufnahmen keine weiteren Rückschlüsse auf die Entstehungsart dieses Defekts. H. Meyer (1930) will die Entstehung der Spondylolysis lediglich aus einem Röntgenbefund erklären. Er nimmt eine langsame Veränderung der Knochenstruktur an, eine sogenannte Umbauzone. Diese soll zustande kommen durch die zangenartige Wirkung der Gelenkfortsätze, ähnlich wie auch Turner annahm. Wie oben schon dargelegt wurde, können wir an eine solche Wirkung der Gelenkfortsätze nicht glauben. Außerdem soll die Umbauzone durch übermäßige Belastung und abscherende Kräfte entstehen können. Dieser Behauptung

können wir die Frage entgegenstellen, warum sie sich dann nicht in Fällen von doppelseitiger Hüftverrenkung findet, bei denen infolge der starken Lordose die besten Möglichkeiten für die dauernde Einwirkung solcher abscherenden Kräfte gegeben sind. Als weitere Ursachen für die Entstehung der Umbauzonen als Belastungsfolge führt er Beinverkürzungen, Hüftkontrakturen, Beckenfrakturen und Arthritis deformans im unteren Lendenabschnitt an. Gerade bei solchen Erkrankungen pflegen die sekundär auftretenden Beschwerden an der Wirbelsäule auf einer reinen Arthritis deformans zu beruhen. Der von Meyer angeführte Fall erlitt im Alter von 34 Jahren einen Bruch des 12. Brustwirbels mit vorübergehender Blasen- und Mastdarmlähmung. Das Trauma ist also sichergestellt. 6 Jahre nach der Verletzung klagt der Patient über starke Kreuzschmerzen. Bei ihm findet sich eine Kyphose in der Höhe der unteren Brust- und oberen Lendenwirbelsäule. Im unteren Lendenabschnitt eine vermehrte Lordose mit Klopfempfindlichkeit des 4. Lendenwirbeldorns. Das beigegebene seitliche Röntgenbild entspricht aber eher einer Arthritis deformans, eine sichere Spondylolisthesis zeigt es nicht. Die begleitenden Umstände sprechen also mit mindestens ebenso großer Wahrscheinlichkeit dafür, daß sich hier im Laufe der Jahre eine Arthritis deformans entwickelt hat. Aus der beigegebenen Schrägaufnahme soll hervorgehen, daß die Interarticularportion in Schollen aufgelöst ist, also eine Umbauzone vorhanden ist. Bei der schwierigen Deutung eines Bildes im schrägen Durchmesser, in dem sich so viele Ueberzeichnungen finden, kann jedoch nicht zugegeben werden, daß der sichere Beweis einer Umbauzone erbracht ist. Er könnte nur in einem genauen mikroskopischen Befund erblickt werden. Wir möchten uns in dieser Hinsicht einer Bemerkung Greifensteins anschließen, er sagt: Man hat mit der festgelegten Bezeichnung einer röntgenologischen Veränderung als Umbauzone, von dem Röntgenbild etwas verlangt, was es naturgemäß nicht erfüllen kann, und so entstand eine gewisse Verwirrung, als man entdeckte, daß nicht jede röntgenologisch als Umbauzone erscheinende Veränderung sich auch histologisch als eine solche im Sinne des von Looser beschriebenen mikroskopischen Bildes erwies. So konnte beispielsweise Müller bei dem Röntgenbefund einer Umbauzone histologisch nur eine Pseu-

darthrose nachweisen. Daß aber bei einer wirklichen Spondylolisthesis eine Pseudarthrose vorhanden ist, wird auch unsererseits zugegeben.

Die zuletzt von Junghanns beschriebenen Fälle von beginnender Spondylolisthesis ohne Trennung im Bogenteil sind ein Beweis für die Versuche Chiaris über die Funktion der Gelenkfortsätze. Sie beruhen auf Arthritis deformans und stehen mit der wahren Spondylolisthesis in keinem Zusammenhang.

In sehr vielen Fällen findet sich in der Anamnese die Angabe, daß der Erkrankung ein mehr oder weniger schweres Trauma vorausgegangen sei. Wie weit diese Angaben für die Beurteilung des Leidens von Wert sind, ist eine sehr umstrittene Frage, denn es wird kaum einen Menschen geben, der nicht in seinem Leben irgend ein Trauma erlitten hat, auf das er dann seine späteren Beschwerden zu beziehen geneigt ist. Unter Voraussetzung der beschriebenen Ossifikationsanomalie ist es auch sehr einleuchtend, daß ein Sturz aus großer Höhe und ähnliches das auslösende Moment zu einer endgültigen Trennung des Bogenteils darstellen kann, da hier in diesem Falle die schwächste Stelle des Wirbels ist. Es genügt daher schon eine verhältnismäßig leichte Verletzung, um eine Diastase zu erzeugen und den Gleitprozeß einzuleiten, der dann allmählich je nach Art des Berufes einen verschieden schnellen Fortgang nimmt.

Das Trauma wurde aber auch ohne diese prädisponierenden Momente als Entstehungsursache angeführt. So sagt Fitch, daß die Anatomie der Lumbosacralverbindung sowie die auf letztere einwirkende Belastungsrichtung auch ohne primäre Anomalie oder Erkrankung dieser Region das Entstehen einer Spondylolisthesis durch Trauma möglich machen kann. Ebenso hält Asbury ihre Entstehung bei normaler Wirbelsäule durch stärkere Gewalteinwirkung für möglich. Es müßte sich also nach dieser Anschauung um einen isolierten Bruch des Bogens zwischen oberen und unteren Gelenkfortsätzen handeln. Brüche der Gelenkfortsätze haben für den Entstehungsmechanismus keine Bedeutung. Die Frage, ob ein solcher isolierter Bogenbruch der Grund für den Beginn der Verschiebung ist, ist heute für

die Unfallbegutachtung von größter Bedeutung, und soll daher eingehend gewürdigt werden.

Gurlt (1864) stellte eine Reihe von 5. Lendenwirbeln mit Pseudarthrosen zusammen, um wie er sagt ein für allemal zu beweisen, daß es sich bei den Trennungen am hinteren Bogen ganz gewiß nicht um eine traumatische Veranlassung handelt, sondern daß die Entstehung derselben durch mangelhafte Entwicklung zu erklären ist. Abgesehen davon, daß in keinem Falle an den übrigen Teilen derselben oder benachbarter Wirbel eine Spur von Verletzung aufzufinden sei, während ein ganz isoliertes Abbrechen der Wirbelbögen höchst selten beobachtet werde, handle es sich vorzugsweise um die untersten Lendenwirbel, bei denen Brüche an den Bogen überhaupt sehr selten oder gar nicht vorkämen. Endlich deute die große Regelmäßigkeit, mit welcher die Trennung des Bogens stets an der gleichen Stelle an allen Wirbeln und auf beiden Seiten stattgefunden habe, sowie die sehr vollkommene Beschaffenheit der mit Knorpelüberzügen und einer Syovialhaut versehenen Gelenke, darauf hin, daß es sich hier nicht um Verletzung durch äußere Gewalt, sondern allein um einen Fehler in der ersten Bildung handeln könne. Er bezeichnet diese Fälle als nicht zu den Wirbelbrüchen gehörig. Nach seinen Befunden (270 Fälle) ergab sich, daß der 5. und 6. Halswirbel, der letzte Rückenwirbel und der erste Lendenwirbel am häufigsten von Frakturen betroffen werden.

Wagner und Stolper (1898) besprechen 136 Fälle, von denen 25 Luxationen waren, 111 Frakturen bzw. Luxationsfrakturen. Diese verteilen sich auf die einzelnen Lendenwirbel wie folgt:

1. Lendenwirbel 19 mal betroffen
2. Lendenwirbel 4 mal betroffen
3. Lendenwirbel 3 mal betroffen
4. Lendenwirbel 4 mal betroffen
5. Lendenwirbel 1 mal betroffen.

Isolierte Bogenbrüche der Brustwirbelsäule sind nach ihren Angaben sehr selten. Ebenso selten ist auch ihr Erscheinen an der Lendenwirbelsäule. Kocher fand, daß daß der unterste Teil der Brust- und der oberste Teil der

Lendenwirbelsäule am häufigsten von Frakturen betroffen wird.

Feinen (1907) berichtet über einen sogenannten Verhebungsbruch des 5. Lendenwirbels. Diese Verletzung trat bei relativ leichten Arbeiten ein mit starkem Schmerzempfinden und hörbarem Knacken im Kreuz. Gleichzeitig war es den Patienten unmöglich, sich ohne Schmerzen zu bücken. Diese Symptome sind denen bei Spondylolisthesis mit vorausgegangenem Trauma zu vergleichen. Von 6 Fällen sind 4 Kompressionsbrüche des 5. Lendenwirbels, von denen einer mit einem Bruch der unteren Gelenkfortsätze kombiniert ist. Ein Fall zeigt eine Körperfraktur und ein Fall einen Bruch des linken unteren Gelenkfortsatzes. Feinen erklärt den Mechanismus dadurch, daß die extreme Flexion beim tragenden Arbeiter die Lendenwirbelsäule zu einer graden Säule macht, bei der Wirbel senkrecht auf Wirbel steht. Die Last wirkt dann in vertikaler Richtung im Sinne einer reinen Stauchung.

Diese Beobachtungen sind sehr wichtig, da sie uns zeigen, was für Folgen das Tragen und Heben schwerer Lasten haben kann, wenn die Wirbelsäule und besonders der 5. Lendenwirbel ein normales Verhalten zeigen. Es tritt also ohne die zur Spondylolisthesis notwendigen Vorbedingungen keine Trennung im Bogenteil des 5. Lendenwirbels auf.

Weitere Angaben über Verletzungen der Wirbelsäule durch Unfall macht Quetsch (1914). Auch nach seinen Befunden sind isolierte Bogenbrüche der Brust- und Lendenwirbelsäule äußerst selten. Sie kommen fast nur durch direkte Gewalteinwirkungen zustande, wie Ueberfahrenwerden, Hufschlag und ähnliches. Durch die geschützte Lage der Lendenwirbelsäule unter den dicken Muskelpolstern und ihre größere Dicke und Festigkeit sind sie einer äußeren Gewalt, die die Dornfortsätze trifft, weniger unterworfen, als die Bogen der Halswirbelsäule. Unter den 200 Fällen von Quetsch finden sich 3 Fälle von Kompressionsfrakturen mit gleichzeitigem Bogenbruch am 5. Lendenwirbel.

1. Fall: Kompressions- und Bogenbruch des 5. Lendenwirbels. Der Bogen zeigt mitten eine Lücke.

2. Fall: Bogenbruch des 5. Lendenwirbels durch direkte Gewalt: Kallöse Verdickung der linken Bogenhälfte direkt neben dem Prozessus spinosus.

3. Fall: Kompressions- und Bogenbruch des 5. Lendenwirbels durch Fall auf das Gesäß: Der Bogen zeigt rechts dicht neben dem Dornfortsatzschatten eine Lücke.

Diese Fälle werden deshalb so ausführlich angeführt, weil sie zeigen, daß bei diesen Brüchen der Wirbel die Bruchlinie nicht in der Interarticularportion liegt, sondern dicht neben dem Dornfortsatz. Die Trennung bei der Spondylolysis findet sich aber immer typisch an derselben Stelle.

Diesen Feststellungen könnte entgegengehalten werden, daß die Brüche der unteren Lendenwirbelsäule deshalb so selten beobachtet werden, weil sie durch das Röntgenbild nicht immer nachzuweisen sind, und weil auch der klinische Verlauf nicht unbedingt auf eine Fraktur hinzuweisen braucht. Es wird aber später gezeigt werden, daß diese Seltenheit ihren Grund in anatomischen und mechanischen Bedingungen hat. Ein unbedingter Beweis gegen die primäre Fraktur der Interarticularportion kann zwar nicht in der Tatsache erblickt werden, daß sich die Verletzungen und Brüche besonders häufig in dem Abschnitt vom 11. Brust- bis zum 2. Lendenwirbel lokalisieren. Ebensowenig ist aber der Beweis dieser primären Fraktur, die zur Kontinuitätstrennung des Bogenteils führen soll, ohne welche es wiederum nicht zur Olisthesis kommen kann, noch nicht erbracht und muß weiterhin eine Hypothese bleiben. Dagegen können die verschiedensten Momente angeführt werden.

1. Das in der Anamnese zu erhebende Trauma ist häufig so gering, daß es nicht annähernd genügen kann, um die beim normalen 5. Lendenwirbel sehr stark ausgebildete Interartikularportion zu brechen.

2. Die geringen Beschwerden, welche die Patienten haben, sprechen auch gegen diese Annahme. Nach einer Fraktur müßten sich sehr erhebliche Schmerzen an der Verletzungsstelle und ihrer nächsten Umgebung einstellen. Gleichzeitig wäre dadurch jede Bewegung erschwert und die Patienten könnten nicht noch längere Zeit herumlaufen

oder sogar, wie oft angegeben wird, noch 1 bis 2 Wochen ihre bisherige Arbeit durchführen.

3. Die von Quetsch beobachteten Fälle von Bogenbrüchen zeigen nicht den typischen Verlauf in der Interarticularportion.

4. Die Fälle von Feinen zeigen, daß das Heben und Tragen schwerer Lasten, das immer wieder als auslösendes Moment angeführt wird, auch nicht zu der verlangten isolierten Fraktur führt.

5. Es ist bei den vielen Fällen von starkem Trauma das tötlich verlief und Gelegenheit zu anschließender Sektion bot, kein Fall beschrieben, bei dem sich neben Kompressions- und Luxationsfrakturen eine Fraktur des 5. Lendenwirbelbogens findet. Ein Bruch, der sich immer wieder an so typischer Stelle finden sollte, müßte sich unter diesen Umständen als Sektionsbefund öfters nachweisen lassen.

Ebensowenig kann eine intrauterine Belastungsdeformität für das Entstehen dieses Bruches herangezogen werden, da durch einen dauernden allmählichen Druck nie der Mechanismus zu einer Fraktur gegeben sein kann. Für die Entstehung vieler Deformitäten wurde ein Druck der Uteruswand bei Fruchtwassermangel auf die entstehende Extremität angeführt. Die Uteruswand soll also auf den wachsenden Knochen einen Druck ausüben, ihn an seinem normalen Wachstum hindern und so schließlich zu einer Mißbildung führen. Man versuchte durch diese Theorie z. B. das Entstehen eines angeborenen Klumpfußes zu beweisen. So einleuchtend diese Erklärung auch ist, so muß dagegen angeführt werden, daß sich diese Deformitäten auch schon in Schwangerschaftsmonaten an Früchten gefunden haben, bei denen die Modellierung durch die Uteruswand noch nicht stattgefunden haben kann, da sie sich zu dieser Zeit noch frei im Fruchtwasser bewegen konnten. Wir sehen daraus, daß der Begriff der intrauterinen Belastungsdeformität keineswegs so klargestellt ist, um daraus sichere Schlüsse ziehen zu können.

Es soll nun noch kurz über einige Leichenversuche über die Entstehung von Frakturen an der Lendenwirbelsäule berichtet werden. Es wurden zunächst nur Leichen von Erwachsenen benützt, und zwar ein Torso, der aus

Becken und Wirbelsäule bestand. Da das Verhalten der Wirbel bei extremer Lordosierung geprüft werden sollte, erschien dieses Material als genügend. Seitliche Beugung brauchte uns hier nicht zu interessieren, da als Ursache von angeblich vorangegangenem Trauma von Patienten meist eine Hyperextension angegeben wird.

Das Becken wurde fest in den Schultzeschen Osteoklasten eingespannt und dann wurde mittels eines mechanischen Zuges die Wirbelsäule mit großer Kraft lordosiert. Nachdem einige Male ein erhebliches Krachen und Knacken zu hören gewesen war, wurde der Versuch abgebrochen. Die Präparation der Wirbelsäule ergab dann ein absolut negatives Resultat. Es war überhaupt keine Fraktur eingetreten. Die Geräusche stammten also von dem Einreißen des Bandapparats her. Dieses mäßige Ergebnis veranlaßte uns bei den nächsten Versuchen weiter zu gehen und noch stärkere Kraft anzuwenden. Der Erfolg war, daß eine Bandscheibe einriß und die Wirbelsäule an dieser Stelle rechtwinklig abgebogen war. Aber auch in diesen Fällen war der Erfolg nicht groß. Es kam in einem Falle zur Fraktur eines Prozessus spinosus und in einem anderen zur Fraktur eines oberen Gelenkfortsatzes des 4. Lendenwirbels. Die Bandapparate waren stark zerstört. Von Interesse war auch das Verhalten von kindlichen Wirbelsäulen. Da bei diesen Leichen (vollständige Leichen mit erhaltenem Situs) die Wirbelsäule sehr biegsam war, konnte die obige Versuchsanordnung nicht benutzt werden. Hier wurde das Becken festgehalten und dann extrem überstreckt. Die Resultate waren ungefähr dieselben. Es traten Zerreißungen der Bandscheiben auf. An den noch knorpligen Wirbeln ließen sich keinerlei Veränderungen nachweisen.

Ueber die Entstehung von Wirbelbrüchen liegen noch verschiedene Versuchsreihen vor, die kurz besprochen werden sollen. Die Verhältnisse an der Leiche, auch wenn diese noch ganz frisch ist, entsprechen natürlich nicht denen am Lebenden, da zunächst die hemmende Wirkung der Muskeln und Bänder nicht in der natürlichen Weise zum Ausdruck kommen kann. Immerhin lassen sich aber doch einige Rückschlüsse auf die Auswirkung verschieden an der Wirbelsäule angreifender Kräfte ziehen.

V. Kryger (1897) nahm ausgedehnte experimentelle Studien über Wirbelsäulenverletzungen vor. Er gibt zunächst eine kurze Literaturübersicht. Danach gelang es Bonnet eine Fraktur zu erzeugen, die schräg nach oben und vorn zieht und die oberen und unteren Gelenkfortsätze trennt. Der Bogen ist der Länge nach gespalten, so daß der größere Teil des Prozessus spinosus dem unteren Bruchstück angehört. Diese Störungen hatten ihren Sitz gewöhnlich am 11. Brust- bis 2. Lendenwirbel. Die Leiche wurde dazu in sitzende Stellung gebracht und eine Beugung durch starken Druck auf die Schultern und oberen Brustwirbel erzeugt. Um auf diese Weise sichtbare Veränderungen hervorzurufen, war gewöhnlich die Kraft von zwei bis drei Männern nötig. Bei Beugung nach hinten fanden sich Verletzungen gewöhnlich am 1. und 2. Lendenwirbel mit ausgedehnten Band- und Muskelzerreißungen. Aus dieser Beschreibung ist nicht mit Sicherheit zu entnehmen, ob diese Brüche sich an der typischen Stelle in der Interarticularportion befanden. Die Mitteilung über das Verhalten des Prozessus spinosus spricht dagegen. Auch hier fällt wieder die Tatsache auf, daß sich die Verletzungen immer in demselben Abschnitt der Wirbelsäule lokalisieren, und zwar sind dies die Stellen, an denen die Beweglichkeit am größten ist. Schlagintweit ahmte besonders den Mechanismus der Beugungsfrakturen nach, da diese am häufigsten vorkommen. Betroffen waren wieder der 10. Brust- bis 2. Lendenwirbel, und zwar mehr die Körper. Außerdem waren die Zwischenwirbelscheiben gelöst und zerrissen.

V. Kryger nahm seine Versuche an ganz unversehrten Leichen vor. Uns interessieren hier nur die Ergebnisse am Lendenteil der Wirbelsäule. Die Beugung nach vorn nimmt er unter verschiedener Versuchsanordnung vor.

1. Er fixiert die Leiche mit einem Querholz oberhalb der Spinae auf einem Tisch, und beugt solange, bis die Brust beinahe dieses Holz berührt.

2. Die Leiche befindet sich in sitzender Stellung, das Becken wird durch seitliche Schrauben fixiert. Durch Druck auf die Schultern erzeugt er nun verschieden starke Beugung nach vorn. Bei jedem Versuch ist angegeben, welche Kraft angewendet wurde, teils mäßig, bei den jüngeren Leichen, teils bis zu drei Personen. Bei einer männlichen

Leiche von 23 Jahren erzeugte er so einen Bruch des Bogens am 10. Brustwirbel. Seine Ausdrucksweise ist aber nicht klar genug, um genaue Rückschlüsse auf den Verlauf der Bruchlinie ziehen zu können. Er sagt: Durch den Bogen zieht in der ganzen Quere ein nach oben leicht konvexer 3 bis 4 cm breiter Spalt. Der Bogen ist dadurch in einen oberen schmalen und einen unteren breiten Teil getrennt. Am Körper war keine Spur von Kompression zu sehen. Nötig war der Druck von drei Personen, denen es erst nach langem Mühen gelang, ein Zusammenknicken des Körpers unter leichtem Knacken zu erzeugen. Es finden sich keinerlei Angaben über die Konturen dieser Bruchlinie. Unter den sieben beschriebenen Versuchen dieser Art ist dies der einzige Bogenbruch. Es ist kaum anzunehmen, daß eine Trennung der Gelenkfortsätze vorhanden war. Der Bogen der Brustwirbel ist viel breiter, als an den Lendenwirbeln und der Uebergang vom oberen zum unteren Gelenkfortsatz nicht so modelliert und scharf wie an den Lendenwirbeln. Frakturen in dem breiten Bogen der Brustwirbel können daher wahrscheinlich einen ganz verschiedenen Verlauf nehmen.

3. Die Leiche liegt mit der Brust auf dem Tisch. Das Becken ist festgestellt. Durch Aufheben des Oberkörpers nach hinten konnten nur die Dornfortsätze verletzt werden.

4. Dieselbe Anordnung wie bei 4. Die Beugung nach hinten wird aber jetzt durch Aufheben der Extremitäten erzeugt. Das Zusammenbiegen erfolgte ohne besondere Mühe und wurde soweit fortgesetzt, bis Rumpf und Becken einen rechten Winkel bildeten. Der Dornfortsatz des 2. Lendenwirbels ist dicht am Bogenansatz mit vielen unregelmäßigen Splittern abgebrochen. Der Bogen und die Querfortsätze sowie die Gelenke sind vollkommen erhalten. Die Bandscheibe ist im Zusammenhang mit dem oberen Wirbel abgerissen. Bei den 6 beschriebenen Fällen von Hyperextension gelang es in keinem Falle, eine Fraktur des Bogens zu erzeugen.

Das Resultat der Beugung nach vorn, wird etwas näher beschrieben. Zuerst weichen die Dornfortsätze auseinander. Die Bänder zwischen denselben reißen ab und es bleiben einzelne Stücke von den Spitzen der Knochen an ihnen haften. Später reißt das Ligamentum flavum und

trennt eine Kante des unteren Wirbelbogens ab, die am Bandrest hängen bleibt.

Diese Versuche geben uns den Aufschluß, daß zunächst die Hyperextension als Ursache für einen Bogenbruch ausgeschlossen werden kann. Die Erfolge bei der Flexion sind auch sehr minimal. Eine Wirkung konnte nur auf den Bogen der Brustwirbelsäule ausgeübt werden, da diese bedeutend biegsamer ist, als der Lendenteil. Wir müssen uns hier an die oben beschriebenen Befunde von Feinen halten. Bei allen Versuchen war eine sehr erhebliche Gewalteinwirkung nötig, um überhaupt sichtbare Resultate zu erzeugen. Außerdem finden sich ausgedehnte Band- und sogar Muskelzerreißungen und ein Auseinanderklaffen der Wirbel. Derartige Verletzungen müßten eine starke Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens bzw. den Tod des Verletzten zur Folge haben. Dadurch kann die Ansicht, daß eine primäre Fraktur bei normaler Beschaffenheit des Wirbels zur Entstehung der Spondylolisthesis in Frage kommt, sicher als widerlegt betrachtet werden. Der Beweis für das Auftreten der Spondylolisthesis ohne das auslösende Moment der Fraktur ist erbracht, durch die oben angeführten Fälle mit langsamer Entwicklung, bei denen jedes Trauma in Abrede gestellt wird. Besonders wichtig ist der Fall bei einem 4jährigen Kinde, den Robert beobachtet hat.

Für den frakturären Ursprung wurde weiter der Umstand angeführt, daß sich oft ausgedehnte Exostosen finden, die als ein Versuch der Kallusbildung angeführt werden. Ein Beweis für die Zeit und Ursache der Entstehung dieser Exostosen ist natürlich schwer zu erbringen. Breus und Kolisko haben dafür den Begriff von der Unruhe des 5. Lendenwirbels aufgestellt. Wenn die beiden Bogenteile des Wirbels nur durch eine bindegewebige oder pseudarthrotische Verbindung vereint sind, muß es an dieser Stelle infolge der starken Beteiligung der Wirbelsäule an jeder Körperbewegung zu einer abnormen Beweglichkeit kommen. Der dadurch entstehende Reiz führt dann im Laufe der Jahre zur Bildung der Exostosen. Es ist am wahrscheinlichsten anzunehmen, daß sie infolge von Arthritis deformans entstehen.

Da nach den heutigen Anschauungen kein Zweifel mehr besteht, daß die Spondylolisthesis nur zustande

kommen kann, wenn eine Spondylolyse vorhanden ist — diese wiederum nicht aus einer primären Fraktur entsteht — soll die Frage geprüft werden, ob es möglich ist auf Grund unserer heutigen entwicklungsgeschichtlichen Kenntnisse die Entstehung der Spondylolysis interarticularis congenita zu beweisen. Die folgenden Ausführungen sind zusammengestellt nach Keibel-Mall, Bromann und Falk.

Die erste Anlage des Embryonalkörpers ist die Keimscheibe oder Embryonalplatte, die aus dem Ektoderm und Entoderm besteht. Zwischen diese schiebt sich das dritte Keimblatt ein, das Mesoderm. Am kaudalen Ende entsteht dann eine Verdickung des Ektoderms, der Hensensche Knoten. Dieser verschiebt sich nach der Mitte der Embryonalplatte und wird in den sogenannten Primitivstreifen ausgezogen. Im Bereiche des Primitivstreifens entwickeln sich Medullarplatte und Chorda. Aus der Medullarplatte entwickelt sich das Medullarrohr und um die Chorda herum, die in früher Zeit der Entwicklung Stützorgan der Embryonalanlage ist, findet die Anlage des Wirbelkörpers statt. Chorda und Medullarplatte haben also eine bilaterale Anlage, deren Vereinigung am ventralen und kaudalen Teil zeitlich verschieden erfolgt. Falk folgert daraus, daß sagittale Spaltbildungen in der Mittellinie der Wirbel und namentlich die vollständige Spaltung von Körper und Bogen ihre Entstehungsursache in dieser frühesten Zeit der Entwicklung haben.

Die Medullarplatte vertieft sich und es entsteht die Medullarrinne, die dorsal offen ist und später zu dem Medullarrohr verwächst. Dieses liegt dorsal von der Chorda. Diese beiden Teile sind vom Mesenchyma axiale umgeben, das sich aus den Ursegmenten entwickelt, aus denen auch die quergestreifte Muskulatur entsteht. Nach Bardeen teilt sich das axiale Mesenchym in Segmente, die Sklerotome. Jedes Sklerotom teilt sich in zwei Teile, in eine kaudale Hälfte und in eine kraniale. Aus den verdickten kaudalen Hälften entstehen die primitiven Remakschen Wirbel, die Skleromere. Diese sind also paarig und weisen dorsal gerichtete neutrale Fortsätze auf, welche lateral das Medullarrohr begrenzen. Außerdem sind ventral gerichtete kostale Fortsätze und die Proc. chordales vor-

handen, welche mit einem dichten Gewebslager, das eine zusammenhängende perichordale Scheibe um die Chorda dorsalis bildet, sich mit den Proc. chordales der anderen Seite vereinigen. Aus den kranialen Hälften jedes Sklerotoms entsteht die Interdorsalmembran, die die Neuralfortsätze der entsprechenden Seite mit einander vereinigt. Durch Aushöhlung und Verdichtung entsteht unter gleichzeitiger Kaudalwärtsschiebung der Chordalfortsätze die primitive Intervertebralscheibe und durch Umwandlung des zwischen zwei Intervertebralscheiben gelegenen Mesenchyms in Blastem die primitive Wirbelanlage.

Nach Falk stellt dieses blastematische Stadium eine zweite Entwicklungsstufe dar, in der bei der Bildung der Wirbelsäule wiederum eine bilaterale Entwicklung zu finden ist. Durch Störungen der Entwicklung oder durch Stehenbleiben auf dieser Entwicklungsstufe können also gleichfalls Spaltungen der Wirbelsäule, und zwar sowohl Spaltung der Wirbelkörper, als auch durch das Nichtzustandekommen der Vereinigung der Bogenanlagen, Spaltung der Bogen entstehen. Falk erklärt, daß in der ganzen folgenden Entwicklung, sobald eine definitive Segmentierung der häutigen Wirbelsäule stattgefunden hat, sich kein Stadium findet, in dem ohne Zerstörung bereits gebildeten Gewebes eine Trennung zwischen Bogen und Körper zustande kommen kann. In diesen Fällen muß die blastematöse Entwicklungszeit als teratogenetische Terminationsperiode angenommen werden.

Auf dieses Stadium erfolgt die Verknorpelung jeder blastematösen Wirbelanlage von 6 Verknorplungszentren aus, die den 6 Fortsätzen entsprechen, das heißt, den Proc. neuralis, chordalis und costalis auf jeder Seite. Das Medullarrohr wird von einem Knorpelbogen, der nach hinten offen ist, umgeben. An der Verschmelzungsstelle entsteht ein Vorsprung, der Proc. spinosus. Falk sieht in diesem Stadium der Verknorpelung zum dritten und letzten Male durch Störung der Entwicklung die Möglichkeit der Entstehung einer Wirbelspalte. Aber während durch Störung in früheren Entwicklungsstadien vollständige Spaltungen entstehen, müssen bei Störungen in diesem Stadium, falls nicht rückbildende Prozesse in dem fibrösen Gewebe eintreten, in das sich die häutige Wirbelsäule bei Ausbleiben

der Verknorpelung umwandelt, die knorpligen resp. verknöcherten Wirbelhälften und desgleichen die Bogenhälften durch fibröses Gewebe verbunden sein.

Noch ehe die Verknorpelung ihr Ende erreicht hat beginnt am Ende des zweiten Monats die Verknöcherung von besonderen Ossifikationszentren, die im allgemeinen den Verknorplungszentren entsprechen, es können aber auch zwei von diesen durch ein Verknöcherungszentrum ersetzt werden. Die Ossifikation beginnt im kranialen Teil zuerst in den Bogen, am kaudalen Teil, im Sacrum, zuerst in den Körpern. Dies ist sehr deutlich zu erkennen in den Röntgenbildern einer zerlegten Wirbelsäule eines 15 cm langen Embryos von Alexander. An dieser Bilderreihe ist die Ossifikation der Bogen am Halsteile am weitesten fortgeschritten. Sie nimmt nach unten hin ab mit gleichzeitiger stärkerer Entwicklung der Zentren für den Körper. Im Sacralteil ist nur noch am ersten Sacralwirbel jederseits ein kleines punktförmiges Zentrum zu sehen, dagegen sind die Kerne, die den Körpern entsprechen, am Sacrum schon gut entwickelt. Diese Erscheinung ist wohl darauf zurückzuführen, daß es am Sacrum nicht zur Entwicklung eines so differenzierten Bogenteils kommt, wie an der übrigen Wirbelsäule. Die Verknöcherung des Körpers geht von einem Zentrum aus. Falk bezeichnet die Angaben Beclards, Rambauds und Renaults, Schwegels über die Entwicklung desselben aus zwei seitlichen Knochenkernen als eine Hypothese, die sicher falsch ist, denn er fand bei zahlreichen Schnitten durch fetale Wirbelsäulen nie den Beweis für die Entstehung dieses Knochenkerns aus einer getrennten bilateralen Anlage. Auch Alexander machte diese Angabe. Falk ist dagegen der Ansicht, daß die Röntgendurchleuchtung, wie sie Alexander allein anwandte, uns nicht über die feineren Vorgänge zu orientieren vermag. Der gleichen Ansicht ist Obata, der am aufgehellten Präparat nie zwei voneinander getrennte Knochenkerne sah. Die Ossifikation der Bogen beginnt mit dem Auftreten eines Knochenkerns an der Basis, also mehr auf den Körper zu. Später kann man einen vertikalen und einen dorsalen Schenkel unterscheiden. An deren Treffpunkt entwickelt sich ein Vorsprung für den Processus transversus, ohne daß von einer Trennung etwa eine Andeutung vorhanden ist.

Nach Falk ist es möglich, daß durch Ausbleiben der knöchernen Vereinigung des Körpers mit dem Bogen und der beiden Bogenhälften, die sich durch Bildung des knöchernen prozessus spinosus vereinigen, eine scheinbare Spaltbildung entsteht. Bei der Geburt sind die Knochen, welche aus den einzelnen Ossifikationszentren entstehen, durch Knorpel voneinander getrennt. Dieser verknöchert erst zwischen dem dritten und sechsten Jahre, und zwar zuerst in der Brustregion.

Auf Grund dieser entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen läßt sich eine ganze Reihe von Anomalien der Wirbelsäule erklären. So zum Beispiel eine Trennung von Körper und Bogen. Die Spondylolyse sitzt aber zwischen oberem und unterem Gelenkfortsatz, also im Bogenteil, der beiderseits aus nur einem Knochenkern entsteht, hier kann es also zu keiner Trennung kommen. In den vorherigen Stadien der Entwicklung ist aber noch viel weniger eine Differenzierung des Bogenteils zu bemerken.

Bei Keibel und Mall findet sich die Mitteilung, daß manchmal beim 5. Lendenwirbel und sehr selten bei einem anderen sich auf jeder Seite zwei Zentren für den Bogen finden: Eines für die Radix, den proc. transversus und den proc. articularis superior und das andere für die Lamina, den proc. articularis inferior und die Spina. Diese Anomalie in der Entwicklung des Wirbelbogens bildet nach der Ansicht der meisten Autoren die Grundlage zur Entstehung der Spondylolysis congenita durch Nichtverschmelzung der beiden getrennten Bogenteile.

Der erste und einzige Befund dieser Art wurde 1858 von Schwegel erhoben. Er fand verschiedene bis dahin unbekannte Ossifikationsstellen. In seltenen Fällen, und zwar einmal am Halse und einmal an der Lendenpartie sah er an jeder Wirbelbogenhälfte zwei Knochenkerne, womit auch an den Bogenhälften eine Symmetrie zwischen vorn und hinten angedeutet sein soll.

Diesen Angaben stehen die Untersuchungen der französischen Autoren Rambaud und Renault gegenüber. Nach ihnen erfolgt die Verknöcherung der Lendenwirbelbogen jederseits aus drei Hauptpunkten. Diese werden wie folgt lokalisiert. 1. Der vordere Lateralpunkt, aus dem die Bogenwurzel und der obere Gelenkfortsatz entsteht.

2. Der hintere Lateralpunkt, aus dem der hintere Teil des Wirbelbogens und der untere Gelenkfortsatz entsteht. 3. Der intermädiäre Lateralpunkt, aus dem der Querfortsatz entsteht. Diese Beobachtungen stehen sehr vereinzelt in der Literatur da und bedeuten einen scharfen Gegensatz zu den Ergebnissen, die von anderen Autoren aufgestellt wurden. Sie sind auch von Nachuntersuchern nicht bestätigt worden. Bei Keibel, Mall findet sich folgendes Urteil: Bei Feten, welche nach der Methode von Schultze durchsichtig gemacht sind, kommen die von Rambaud und Renault beschriebenen primitiven Ergänzungszentren nicht zur Anschauung. Es ist wahrscheinlich, daß sie durch die von ihnen angewandten Präparationsmethoden erzeugte Kunstprodukte sind.

Alexander untersuchte die knöcherne Entwicklung der Wirbelsäule durch Röntgenbilder. Aus den beigefügten Bildern von der Wirbelsäule zweier Föten sieht man die Angabe, daß der Wirbel aus drei Kernen entsteht, nur bestätigt. Er fand, daß sich der Körper des Wirbels aus zwei Kernen entwickeln kann, eine Angabe, die auch nicht unwidersprochen geblieben ist.

Bromann gibt in seinem großen Lehrbuch folgende Erklärung der Spondylolisthesis. Die verschiedenen Knochenkerne der Wirbel können getrennt bleiben und sekundär verlagert werden. So zum Beispiel kann der isoliert gebliebene Knochenkern des 5. Lendenwirbels einer ventrokaudalen Verschiebung unterliegen, die zu einer Verdrängung des geraden Durchmessers führt (sogenanntes spondylolisthetisches Becken). Diese Theorie ist nicht haltbar, da mit dem abgleitenden Wirbelkörper die oberen Gelenkfortsätze und der Querfortsatz verbunden sind. Diese Tatsache wird aber von Broman gar nicht berücksichtigt, sondern er spricht nur von dem Körper des Wirbels. Die Trennung tritt also an einer ganz anderen Stelle auf, als Broman annimmt.

Hayek (1928) wendet sich auch gegen den Befund Rambauds und Renaults, der außerdem von Poirier und Charpier bestätigt wurde, daß normalerweise in jeder Bogenhälfte zwei Knochenkerne entstehen. Er erhärtet seine Behauptung durch Untersuchungsergebnisse von Schnittserien einiger menschlicher Embryonen. Er fand

immer nur einen Kern im Bogen. Die anderslautenden Angaben bezeichnet er als abnorme Zufallsbefunde oder Irrtum. Die Spondylolyse beruht seiner Ansicht nach darauf, daß abnormerweise zwei Knochen- oder Knorpelzentren vorhanden sind. Er verweist dabei auf die Angabe von Schwegel.

Wir haben also gesehen, daß die Theorie der Entstehung jeder Bogenhälfte aus zwei getrennten Kernen teilweise auf einen starken Widerstand gestoßen ist und in keiner Weise als genügend bewiesen gelten kann. Neugebauer nahm sie auch nur als Hypothese an, indem er sich auf die Untersuchungen von Schwegel stützte, die aber einer Bestätigung durch gleiche Befunde ermangeln. Die ganze Theorie ist also auf einem einzigen Befunde aufgebaut. Die Behauptungen Neugebauers werden zwar heut allgemein anerkannt und in den meisten neueren Arbeiten als feststehende Tatsache hingenommen, es erscheint aber trotzdem zweifelhaft, ob diese Theorie zu Recht besteht. Der überzeugende Beweis ist bis heute noch nicht gelungen, was auf ungenügenden entwicklungsgeschichtlichen Kenntnissen beruhen mag. Dadurch wird scheinbar die Anschauung derjenigen Autoren gestützt, die glauben, eine Spondylolisthesis könne auch ohne Veränderung der Interarticularportion allein durch Trauma entstehen. Da wir diese Entstehung, wie oben gezeigt wurde, aber nicht für möglich halten, müssen wir Material anführen, das geeignet ist, die kongenitale Entstehung der Spondylolyse zu beweisen, wenn auch die Ursachen nicht völlig geklärt werden können.

Neugebauer beobachtete als erster eine einseitige Spondylolyse an zwei Neonatenskeletten in Dorpat. Dadurch ist der Beweis erbracht, daß die Lysis auf einem kongenitalen Defekt beruht. Noch überzeugender ist folgender Fall. Er beobachtete die Spondylolyse an einem Fötalskelett in Breslau, daß aber leider in der Sammlung nicht aufzufinden war. Es handelt sich um eine Spaltung des 3., 4., 5. Dorsalwirbels rechts. Gegen die erste Beobachtung könnte noch eingewendet werden, daß irgendwelche Verletzungen während der Geburt, zum Beispiel starke Hyperextension oder Flexion, oder kurz nach der Geburt, wie Schultzesche Schwindungen, als auslösende Ur-

sache anzuführen seien. Die kindliche Wirbelsäule stellt aber ein derartig biegsames, nach allen Richtungen gut nachgebendes Gebilde dar, außerdem sind die Bänder so elastisch, daß auch nach sehr starker Gewalteinwirkung an den Wirbeln keine sichtbaren Veränderungen auftreten. Dies ging auch aus unseren oben erwähnten Versuchen hervor. Dies ist zwar noch kein unbedingter Beweis. Die Beobachtung von Neugebauer einer Spondylolyse an drei aufeinanderfolgenden Wirbeln, spricht aber unbedingt für den kongenitalen Ursprung. Eine derartige Erscheinung durch Fraktur zu erklären, wird wohl niemand versuchen, zumal die Lyse auch nur einseitig gefunden wurde. Außer diesen drei Fällen sah Neugebauer noch acht Fälle von fötaler Spondylolyse. Außerdem beschreibt er später ein Präparat von Spondylolyse des 3., 4., 5. Lendenwirbels mit Bifidität des ersten Sacraldorns.

Chiari beschreibt ein Präparat, an dem sich eine bilaterale Lysis am 2. und 5. Lendenwirbel fand.

Putti beschreibt einen 1. Brustwirbel, dessen rechter hinterer Bogen fast vollkommen fehlt. Der Ansatz des Bogens am Körper dagegen ist vorhanden, wie aus der beigebenen Photographie des Wirbels hervorgeht.

In neuerer Zeit beschreibt Lovell (1924) eine Reihe von Präparaten. Er stellt einen Typ auf, in dem die Trennung im Bogenteil nicht komplett ist, sondern nur eine mehr oder weniger deutlich markierte Einziehungslinie sichtbar wird. Die Einziehung findet er als bestimmte Linie von verschiedener Tiefe, die sich quer durch die dünne Stelle zwischen oberen und unteren Gelenkfortsatz ausbreitet. Man kann diesen Befund so deuten, daß sich fließende Uebergänge von einer leichten Einziehung bis zu einer vollständigen Kontinuitätstrennung finden. Auch bei den unilateralen vollkommenen Defekten macht Lovell auf die verschiedene Breite der Trennung aufmerksam. Von 748 untersuchten Wirbelsäulen fand er 31 also 4,28% mit Trennung des Neuralbogens, 23 mal bilateral, 8 mal nur auf der rechten Seite. Die Assoziation zweier Defekttypen sowohl Trennung der procspinosi wie Trennung der Neuralbogen wurde in fünf Fällen beobachtet. In drei von ihnen ist der Bogendefekt bilateral, so daß die hintere Hälfte des Neuralringes in zwei getrennte Quadranten ge-

teilt wird. Die lateralen Komponenten waren nicht in jedem Falle gleich entwickelt. Beide Bögen und Gelenkfortsätze waren mehr oder weniger rudimentär. In zwei Fällen war der Defekt des proc. spinosus nur mit einer Trennung der rechten Seite des Neuralbogens kombiniert. Hier war nur der hintere Quadrant des Neuralringes vom Rest getrennt. Er betont, daß der unilaterale Defekt die rechte Seite bevorzugt, läßt aber die Frage offen, ob diese Tatsache nur ein Zufallsbefund darstellt. Den Gedanken, daß diese Befunde durch eine Fraktur zustande gekommen sein könnten, lehnt er ab, da sich in keinem Präparat ein Anhaltspunkt für eine vorausgegangene Fraktur finden ließ. Junghanns fand auch die eben angeführte Kombination dieser beiden Defekte.

Ein weiterer Beweis für die kongenitale Entstehung ist das Auftreten der Spondylolyse an Brustwirbeln (Neugebauer) und an der Halswirbelsäule (Turner). Da hier die für die Lendenwirbelsäule in Betracht kommenden Belastungsverhältnisse und statischen Bedingungen wegfallen, findet man nur den angeborenen Defekt ohne die Verschiebung. Man könnte auch den typischen Verlauf der Trennungslinie, das Vorkommen so vieler anderer Anomalien an dem Lendenkreuzbeinabschnitt und anderes mehr zur Bestätigung dieser Ansicht heranziehen, aber diese Gründe sind nicht so zu bewerten, wie die objektiven anatomischen Befunde.

Zusammenfassung.

Die Spondylolisthesis ist ein wohl umschriebenes Krankheitsbild, dessen Diagnose in ausgeprägten Fälle nicht schwer ist. Besonders ins Auge fallend ist die starke Lordose im Lendenteil der Wirbelsäule, eine quere Bauchfalte und Beschwerden beim Bücken. Lähmungserscheinungen von seiten der dort gelegenen Rückenmarksegmente werden außerordentlich selten beobachtet. Die Diagnose wird durch das seitliche Röntgenbild bestätigt, das auch bei initialen Fällen Aufschluß geben kann. Das Leiden kommt bei Männern mindestens ebenso häufig vor wie bei Frauen. Früher wurde es beim weiblichen Geschlechte wegen der hochgradigen Beckenverengerung vom Geburtshelfer öfters

beobachtet. In neuerer Zeit sind bei der schwer arbeitenden Klasse sehr viele Befunde bei Männern erhoben worden. Die Spondylolisthesis ist nicht nur eine Erscheinung, die ausschließlich am 5. Lendenwirbel beobachtet wird, sondern auch sehr oft, ungefähr ein Drittel aller Fälle, am 4. Lendenwirbel vorkommt. Daraus geht hervor, daß der abnormen Stellung des Kreuzbeins kein so starker Wert für ihre Entstehung beigelegt zu werden braucht, wie dies oft geschieht. Die starke Lordose, die bei angeborener Hüftgelenksverrenkung beobachtet wird, hat mit der Spondylolisthesis nichts zu tun. Sie ist eine rein physiologische Lordose, die nach Einrenkung der Hüften bald verschwindet. Die Fälle von nichteingerenkter Verrenkung sind im Gegenteil direkt als ein Beweis anzusehen, daß auch bei stärkster Lordose und Steilstellung des Sacrums bei intaktem Bogen und Bandapparat keine Spondylolisthesis eintreten kann.

Ein Trauma ist zur Entstehung der Spondylolisthesis aus der Spondylolyse nicht nötig. In vielen Fällen ist sie in der Anamnese zu finden. Ebenso die Angabe, daß ein deutliches Knacken in der Lendengegend bemerkt wurde. Dieses kann aber auch auf Verletzungen des Bandapparats allein zurückgeführt werden. Das Trauma ist nur als auslösendes Moment, das zur Beschleunigung der Olisthesis beiträgt, anzusehen, oder die Spondylolisthesis bestand schon zur Zeit des Unfalls.

Entgegen den früheren Feststellungen, daß Bogenbrüche sehr selten sind, finden sich in neuerer Zeit öfters derartige Mitteilungen. Diese Frakturen treten aber nicht allein auf, sondern sind meist mit einer Kompression des Wirbelkörpers oder mit einer Luxation vergesellschaftet. Hier sei auf eine Feststellung Jaroschys verwiesen, der sagt: Es besteht keine Veranlassung, eine Luxation oder Luxationsfraktur des 5. Lendenwirbels anders zu bewerten oder zu bezeichnen, als eine solche Verletzungsfolge an einer anderen Stelle der Wirbelsäule. Aus dem gleichen Grunde sind Veränderungen an den Gelenkfortsätzen für die Aetiologie der Spondylolisthesis auszuschließen.

Die Spondylolisthesis entsteht immer auf Grund einer vorhandenen Spondylolyse. Daß diese kongenital bedingt

ist und auf einer Defektbildung beruht, wird durch die oben angeführten Präparate bewiesen. Der Beweis für die anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Ursachen der Bogentrennung, insbesondere der Zeitpunkt ihrer Entwicklung, ist noch nicht erbracht. Die Entstehung aus der Nichtvereinigung zweier Bogenkerne, die sich getrennt vorfinden, muß also weiter eine Theorie bleiben. Wir möchten daher der zuerst von Turner ausgesprochenen Ansicht beipflichten, der typische Defektbildungen anderer Skelettabschnitte heranzieht. Er führt die sogenannten intrauterinen Unterschenkelfrakturen an. Diese intrauterinen Frakturen sind aber in der Tat gar keine Frakturen, sondern nur eine Begleiterscheinung des kongenitalen Fibuladefekts. Sie können also nicht zum Vergleicn herangezogen werden. Eine weitgehende Uebereinstimmung läßt sich aber zwischen der Spondylolyse und den angeborenen Pseudarthrosen des Unterschenkels finden, da an spondylolisthetischen Wirbeln in den meisten Fällen eine Ueberbrückung des Spaltes findet, die an eine Pseudarthrose erinnert. Diese Erscheinung wurde von Menard, Kirmisson und Reichel beschrieben. Die beiden Knochen des Unterschenkel sind vollständig ausgebildet und die Trennung findet sich immer im unteren Drittel. Schließlich kommt es auch hier infolge mechanischer Faktoren zur Ausbildung der Deformität, die in einer starken Knickung nach vorn besteht.

Noch weiter lassen sich Vergleiche zwischen der Spondylolysis und der Coxa vara congenita ziehen. Bei dieser findet sich zwischen der Epiphysenlinie und dem Trochanter eine Pseudarthrose. Daß es eine solche ist, geht aus dem einzigen mikroskopischen Befunde hervor an einem Resktionspräparat von Hoffa. Das Bild entspricht nicht einer jugendlichen Epiphysenlinie, sondern es findet sich faseriges Bindegewebe, also eine Pseudarthrose. Der knöcherne Zusammenhang des Schenkelhalses hat also an dieser Stelle eine Unterbrechung erlitten, und es kommt allmählich unter der Einwirkung der ständigen Belastung zu einer Verschiebung, die mit der Zeit erhebliche Grade annehmen kann. Die Aehnlichkeit mit dem Entstehen der Spondylolisthese ist sehr deutlich. Auch hier kommt es infolge einer kongenitalen Defektbildung zu einer Pseudarthrose, die erst die spätere Deformation einleitet und

ermöglicht. Der einzige Unterschied ist in dem Zeitpunkt und der Dauer der Entwicklung zu finden. Bei der Coxa vara und den kongenitalen Unterschenkelpseudarthrosen kommt es meist schon in den ersten Lebensjahren zu sichtbaren Veränderungen, während die Spondylolisthesis erst später auftritt. Dieser Unterschied ist leicht zu erklären. An der Wirbelsäule finden sich die starken Bandverbindungen, die auch bei der im Bogen vorhandenen Trennung, den Wirbelkörper noch lange Zeit in seiner normalen Lage festhalten. Um diese zu dehnen, bedarf es einer viel stärkeren Gewalt, als am Schenkelhals oder Unterschenkel.

Nach Abschluß dieser Arbeit erschien eine Monographie von H. Meyer-Burgdorff, in der er versucht an Hand einer großen Reihe von Abbildungen und Röntgenbildern seine schon oben erwähnte Theorie zu beweisen. Er bespricht zunächst an anatomischen Präparaten das bekannte Krankheitsbild und beschreibt die klinischen Symptome. Ein Kapitel wird der Darstellung des 5. Lendenwirbels im Röntgenbilde gewidmet. Die seitlichen Aufnahmen sind von besonderer Klarheit und Deutlichkeit. Die früher bei Darstellung der Lendenregion so störenden Ueberzeichnungen kommen durch seine besondere Technik zum Wegfall. Besonders hervorzuheben sind auch die Aufnahmen im schrägen Durchmesser. Der große Vorteil dieser Methode ist, daß die I. A. P. im Bilde deutlich sichtbar gemacht wird und Spaltbildungen erkannt werden können. An den höher gelegenen Wirbelbogen ist auf diese Weise eine gute Orientierung möglich, während am 5. Lendenwirbel die Beckenschaufel und Teile des Kreuzbeins die Orientierung erschweren.

In seinen Röntgenbildern erblickt Meyer nun den Beweis für das Vorliegen von Umbauzonen, in Form von Verdichtung und Verschmälerung oder scholliger Auflösung des Bogenteils und beginnenden Umbaus an den Gelenken. Diese Befunde lassen sich aber auch anders deuten. Die Breite der I. A. P. weist sehr starke Variationen auf, je breiter sie ist, desto dünner pflegt sie zu sein. Da ein schmaler Bogenteil aber denselben Anforderungen genügen muß, ist es erklärlich, daß in diesem Falle die Knochen-

struktur dichter ist, was sich dann in entsprechendem Maße im Röntgenbild ausprägt. Man findet auch häufig bei vollkommen normaler Struktur des Knochens eine starke Differenz in der Breite der beiden Bogenteile an ein und demselben Wirbel. So auf der einen Seite eine breite aber dafür dünnere I. A. P., während die andere Seite bedeutend schmäler ist. Aus diesen anatomischen Verschiedenheiten geht hervor, daß bei schrägen Aufnahmen aus Verschmälerung und Verdichtung des Bogenteils keine diagnostischen Schlüsse im Sinne einer Umbauzone gezogen werden können, ohne in das Röntgenbild einen pathologischen Befund hineinzudeuten, der in Wirklichkeit gar nicht vorhanden ist. In manchen Fällen projiziert sich auch die Kontur der Beckenschaufel auf die wichtigen Stellen und trägt zu ihrer Verschattung bei. Einwandfreie Resultate liefert diese Methode nur bei vollkommener Spaltbildung. Da Meyer aber seine Theorie gerade auf diese sogenannten beginnenden Umbauzonen stützt und sie als Spätfolge von Wirbelkörperbrüchen öfters findet, die mit der Spondylolisthesis nur eine starke Lordose gemeinsam haben, können wir uns seiner Ansicht nicht anschließen. Mit der Röntgenaufnahme sind zu viele Fehlerquellen verbunden, um in seinen Bildern einen sicheren Beweis zu erblicken, zumal anatomisches Beweismaterial fehlt.

Die Veränderungen, die an einigen seiner Bilder zu erkennen sind, erinnern an das Bild der Arthritis deformans. Meyer sagt aber dazu: daß er trotzdem an der Abtrennung der Umbauarthritis oder besser der Osteopathia statica als einer natürlichen Folge veränderter Körperstatik festhalten müsse, was letzten Endes nur eine Umschreibung der deformierenden arthritischen Prozesse ist. Der Nachweis solcher Veränderungen ist Meyer in seinen Bildern wohl geglückt, aber nicht der Beweis für die Entstehung der Spondylolisthesis aus Umbauzonen im Sinne von Looser, Müller und Martin.

Auch Schmorl wandte sich auf der Mittel- und Südostdeutschen Chirurgentagung gegen die Theorie Meyers. (1930.) In neuester Zeit v. Hayek (1931, Tagung der Vereinigung nordwestdeutscher Chirurgen). Er sagte: „Wenn auch Herr Meyer-Burgdorff auf Grund seiner klinischen

Befunde der Meinung ist, daß alle Fälle von Spondylolysis als erworben anzusehen sind, so muß ich dem entgegnen, daß ich als Anatom dieser Meinung nicht vollkommen beistimmen kann. Ich habe eine größere Anzahl von Präparaten gesehen und halte es nach den Befunden am Knochen für ziemlich sicher, daß es sich in diesen Fällen um kongenitale Spaltbildungen handelt." Er verlangt den Nachweis, daß diese Teile durch hyalinen Knorpel oder Bänder verbunden sind.

Literatur-Verzeichnis

Ach: Spondylolisthesis. Arch. klin. Chir. 1931, Bd. 163.

Adams: angef. nach Neugebauer.

Alexander: Die Entwicklung der knöchernen Wirbelsäule. Fortsch. auf d. Geb. d. Rö. Strahlen. Ergänzungsb. 13.

Albee: Spondylolisthesis. Ref. Zentr. Org. Chir. Bd. 40.

Asbury: Spondylolisthesis mit spezieller Berücksichtigung der cauda equina. Ref. Zentr. Org. Bd. 38.

Derselbe: Spondylolisthesis, die Ursache von Rückenschmerzen in einigen Fällen. Ref. Zentr. Org. Chir. Bd. 40.

Barnes, Billeter, Blake, van den Boosch, Brodhurst: angef. nach Neugebauer.

Breisky: Zur Diagnose des spondylolisthetischen Beckens. Arch. f. Gyn. 1876, Bd. 9.

Breslau: Ein neuer Fall von Spondylolisthesis. Beitr. z. Geburtskunde v. Scanzoni. 1855, Bd. 2.

Bade: Die Entwicklung des menschlichen Skeletts bis zur Geburt. Arch. f. mikr. Anat. 1900, Bd. 58.

Bobrov: Ein Fall von Spondylolisthesis. Ref. Zentr. Org. Chir. Bd. 39.

Bowman und Lovell: Traumatic Lesions of the spine Americ. journ. of Röntg. and Radium Ther. 1926.

Bowman: Spondylolisthesis, eine häufige Verletzung der Lumbosacralgegend. Ref. Zentr. Org. Chir. 1924, Bd. 27.

Breus und Kolisko: Die pathologischen Beckenformen. Leipzig u. Wien. 1900 u. 1912, Bd. 3.

Brandenberg: Ein Fall von Spondylolisthesis. Zeitschr. f. orth. Chir. 1908, Bd. 21.

Burckhardt: Spondylolisthesis. Zentrbl. Chir. 1930, Bd. 37.

Chiari: Ueber die beiden spondylolisthetischen Becken der Wiener path. anat. Sammlung. — Med. Jahrb. Red. v. Stricker, 1878.

Derselbe: Die Aetiologie und Genese der sog. Spondylolisthesis lumbosacralis. Zeitschr. f. Heilk. 1892, Bd. 13.

Derselbe: Spondylolisthesis. Ref. Zeitschr. orth. Chir. 1911, Bd. 28.

Desfoses et Colleu: Beitrag zur Kenntnis der Spondylolisthesis. Ref. Zeitschr. orth. Chir. 1926, Bd. 47.

Didiers: angef. nach Neugebauer.

Dießl: Ein Beitrag zur Sp. Zeitschr. orth. Chir. Bd. 51, 1930.

Dollinger: Ein Fall von Sp. Zentralbl. Chir. 1891, Bd. 18.

Ender: Spondylolisthesis. Mon. f. Geb. u. Frauenkr. 1869. Bd. 33.

Els: Anomalien der Regio sacrolumbalis im Röntgenbilde und ihre klinischen Folgeerscheinungen. Bruns Beitr. 1915. Bd. 95.

Faldini: Klinische und röntgenologische Beobachtungen auf dem Gebiete der Sp. und Spondylolyse. Ref. Zentr. Org. Chir. 1929, Bd. 45.

Falk: Ueber angeborene Wirbelsäulenverkrümmungen. Eine pathologisch anatomische Studie. Jena 1914.

Feinen: Der Verhebungsbruch des 5. Lendenwirbels. Arch. Orth. u. Unf. Chir. 1907, Bd. 5.

Fischer: Der letzte Lendenwirbel. Eine Röntgenstudie. Fortschr. auf d. Geb. D. Rö. Str. 1911/12, Bd. 18.

Fitch: Subluxation in der Lumbosacralverbindung (Spondylolisthes.) Ref. Zentralorg. Chir. 1913, Bd. 2.

Fromme: Die Spätrachitis. Ergebn. d. Chir. u. Orth. 1922, Bd. 15.

Garavano: Die Spondylolisthesis. Ref. Zentr. Chir. 1931, Bd. 52.

Derselbe: Spondylolisthesis. Ref. Zentr. Chir. 1931, Bd. 53.

Glasewald: Gedanken und Bemerkungen über Sp. und Präspondylol. Arch. f. Orth. u. Unf. 1927, Bd. 24.

Goljanitzki: Die gewerblichen Erkrankungen des Kreuzbeinlendenabschnittes der Wirbelsäule. Arch. f. Orth. u. Unf. Chir. 1928, Bd. 26.

Greifenstein: Experimenteller Beitrag zur Kenntnis der sog. schleichenden Spaltbildungen im Knochen. Bruns. Beitr. 1930, Bd. 150.

Gurlt: Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen. Hamm. 1864.

Gümbel: Ueber Wirbelbrüche mit besonderer Berücksichtigung einiger seltenen Formen. Deutsche Zeitschr. Chir. 1908, Bd. 95.

Haglund:

Hartmann: Neuer Fall von Sp. Mon. f. Geb. u. Frauenkr. 1865, Bd. 25.

Herrgott: Spondylizeme et Spondylolisthesis. Ref. Centralbl. Chir. 1883, Bd. 10.

Hueter: angef. nach Neugebauer.

Hugenberger: Berichte aus dem Hebammeninstute St. Petersburg. Ref. Mon. f. Geb. u. Frauenkr. 1863, Bd. 22.

Hayek: Ueber Spondylolysis. Zbl. Gyn. 1928.

Hammes: Ueber die Technik und den Wert seitlicher Wirbelaufnahmen. Fortschr. auf d. Geb. d. Rö.-Str. 1917/18, Bd. 25.

Hellner: Spondylolisthesis. Fortschr. Rö.-Str. 1930, Bd. 41.

Herbiniaux: angef. nach Fitch.

His: Anatomie menschlicher Embryonen. Leipzig 1880.

Jaros: Behandlung der Sp. Ref. Zentralorg. Chir. 1931, Bd. 54.

Jaroschy: Spondylolisthesis lumbosacralis. Bruns Beitr. 1926, Bd. 138.

Joisten: Zur Kenntnis der Sp. Zbl. Chir. 1929.

Junghanns: Spondylolisthese. Bruns Beitr. 1930, Bd. 148.

Derselbe: Die Sp. im Röntgenbilde. Fortschr. Rö.-Str. 1930, Bd. 41.

Derselbe: Spondylolisthesen ohne Spalt im Zwischengelenkstück. Arch. f. Orth. u. Unf. 1930, Bd. 29. und Bruns Beitr. 1931, Bd. 151.

Keibel und Mall: Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1910.

Kilian: angef. nach Neugebauer, ebenso Kiwisch.

Kleinberg: Traumatische Wirbelverschiebung. Ref. Zentr. Org. f. Chir. 1922, Bd. 15 und 1923, Bd. 23 und 1931, Bd. 53.

Kleinhaus: Ein Fall von Sp. Fortschr. Rö.-Str. 1928, Bd. 37.

Kryger von: Experimentelle Studien über Wirbelverletzungen. D. Zeitschr. Chir. Bd. 45.

Lackum: Die Lumbosacralgegend. Ref. Zentralorg. Chir. 1924, Bd. 27.

Lambl: Das Wesen und die Entstehung der Sp. Beitr. z. Geb. u. Gyn. von Scanzoni 1858, Bd. 3.

Derselbe: Primitive Spondylolysis. Zentralbl. f. Gyn. 1881.

Derselbe: Kritik der Lehre von den Verrenkungen des 5. Lendenwirbels und Neugebauer. Leipzig 1889.

Derselbe: 10 Thesen über Sp. Zentralorg. Gyn. 1887, Bd. 31.

Lane: angef. nach Chiari.

Lambertz: Die Entwicklung des menschlichen Knochengerüstes während des fötalen Lebens. Fortschr. Rö.-Str. Ergänzungsbl. 1.

Leser: Ein Fall von Sp. nach Fraktur der Wirbelsäule. D. Zeitschr. Chir. 1881, Bd. 16.

Looser: Ueber Spätrachitis und Osteomalacie. D. Zeitschr. Chir. 1920, Bl. 52.

Lovett: Spondylolisthesis. Ref. Zentralbl. Chir. 1899, Bd. 26.

Maccordick und Nutter: Traumatic Spondylolisthesis following the frackture of a congenitally deficient fifth lumbar vertebra. Americ. journ. of orthop. surg. 1912.

Maxwell: Sp. bei Männern. Ref. Zentralorg. Chir. 1927, Bd. 38.

Markelov: Spondylolyse des 5. Lendenwirbels und Militärdienst. Ref. Zentralorg. Chir. 1931, Bd. 54.

Meisels: Spondylolisthetisches Becken bei einem Manne. Fortschr. Rö.-Str. 1927, Bd. 35.

Meyer: Spondylolisthesis und Unfall. Arch. orth. und Unf. Chir. 1930, Bd. 29.

Meyerding: Spondylolisthesis. Ref. Zentrorg. Chir. 1931, Bd. 53.

Michailovskij: Beiträge zur Röntgendiagnostik der Sp. und Spondylolysis. Ref. Zentralorg. Chir. 1929, Bd. 48.

Michael: Ein Fall von Sp. Ref. Zentralorg. Chir. 1924, Bd. 27.

Mouchet u. Roederer: Die Sp. Zentralorg. Chir. 1928, Bd. 41.

Müller und Zwerg: Röntgenologisch-metrische Untersuchungen über Form und Stellung des Kreuzbeins mit Beobachtungen über die Entstehung der Spondylolisthesis. Bruns Beitr. 1930, Bd. 149.

Neugebauer: Entwicklungsgeschichte des spondylolisthetischen Beckens. Halle und Dorpat 1882.

Derselbe: Zur Kasuistik des spondylolisthetischen Beckens. Arch. Gyn. Bd. 19.

Derselbe: Aetiologie der Sp. Arch. Gyn. Bd. 20.

Derselbe: Ein 2. Fall von Sp. am vorletzten Lendenwirbel. Arch. Gyn. Bd. 21.

Derselbe: Ein neuer Beitrag zur Kasuistik und Aetiologie der Sp. Arch. Gyn. Bd. 22 und 25.

Derselbe: Das neue Breslauer sp. Becken. Arch. Gyn. Bd. 25.

Novak: 2 Fälle von Sp. Zeitschr. f. Gyn. 1928.

Obata: Die Knochenkerne des fötalen menschlichen Beckens. Zeitschr. f. Geb. u. Gynäk. Bd. 72.

Olshausen: angef. nach Neugebauer.

Picot: Beitrag zum Studium der Sp. Ref. Zentralorg. 1929, Bd. 46.

Pförringer: Verletzungen des 5. Lendenwirbels im Röntbild. Fortschr. Rö.-Str. 1911/12. Bd. 18.

Putti: Die angeborenen Deformitäten der Wirbelsäule. Fortschr. Rö.-Strahl. 1909/10. Bd. 14 und 15.

Portmann: Die Sp. und ihre Behandlung. Ref. Zentralorg. Chir. 1930, Bd. 48.

Quetsch: Verletzungen der Wirbelsäule durch Unfall. Berlin, 1914.

Rocher und Roudil: Sp. und idiopathische Lordose. Ref. Zentralorg. Chir. 1929, Bd. 47.

Rambaud und Renault: angef. nach Novak.

Robert: angef. nach Neugebauer.

Rokitansky: Beiträge zur Kenntnis der Rückgratskrümmungen. Med. Jahrb. d. k. k. Oesterr. Staat. v. Raimann. Bd. 14 und 28.

Schede: Der 5. Lendenwirbel im Röntgenbild. Fortschr. Rö.-Str. 1911, Bd. 17.

Scherb: Spondylolisthesis usw. als häufige Ursachen von Kreuzschmerzen. Zeitschr. orth. Chir. 1929, Bd. 50.

Schulz: Zur Sp. und Präspond. Zeitschr. orth. Chir. 1928, Bd. 49.

Schwegel: Die Entwicklungsgeschichte der Knochen des Stammes und der Extremitäten. Sitzungsber. d. math. u. naturw. Klasse d. Kais. Akad. d. Wissenschaft. Bd. 30, 1858, Wien.

Seyffert und Späth: nach Neugebauer.

Simon: Ueber Röntgenanatomie der Wirbelsäule und die Diagnose von Wirbelverletzungen. Fortschr. Rö.-Str. 1909/10, Bd. 14.

Simon: Zur Differentialdiagnose der spontanfrakturähnlichen Spaltbildungen in den Knochen bei den sog. Hungerosteopathien. Arch. f. Orth. u. Unf. Chir. 1920, Bd. 18.

Smirnow: Zur Frage der operativen Fixation der Wirbelsäule bei Sp. Zentralbl. Chir. 1927, Bd. 54.

Strasser: Ueber Spondylolisthesis. Bresl. ärztl. Zeitschrift, 1882.

Swedelin: Ein neuer Fall von klinisch beobachteter Sp. Arch. Gyn. Bd. 22.

Turner: Ueber sog. Spondylolisthesis. Ref. Zentr. Org. Chir. 1924, Bd. 24.

Turner und Tschirkin: Spondylolisthesis. Ref. Zentr. Org. Chir. 1926, Bd. 33.

Turner: Veränderungen der Statik des Körpers bei Spondylolyse. Ref. Zentr. Org. Chir. 1927, Bd. 37.

Derselbe: Spondylolisthesis, ihr Wesen, klinische Erscheinungen und Bedeutung für Veränderung der Körperstatik. Ref. Zentr. Org. Chir. 1927, Bd. 38.

Derselbe: Spondylolysis und ihre Bedeutung für die statische Insuffizienz der Wirbelsäule. Ref. Zentr. Org. Chir. 1929, Bd. 45.

Wagner und Stolper: Die Verletzungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks. Deutsche Chirurgie. Stuttgart, 1898.

Wegener: Spond. und Präspond. Arch. f. orth. u. Unf. Chir. 1928, Bd. 26.

Weil: Breslauer Rö.-Verein. Fortschr. Rö.-Str. 1927, Bd. 41.

Whitman: Beobachtungen an einer anatomischen Varietät des Lumbosacralgelenks. Zentr. Org. Chir. 1925, Bd. 30.

Wiemers: Ueber Sp. im Rö.-Bilde. Arch. f. orth. u. Unf. Chir. 1913, Bd. 12.

Wideroe: 2 operierte Fälle von Spondylolisthesis. Ref. Zentr. Org. Chir. 1924, Bd. 25.

Wilhelm: Ueber Sp. und Präsp. Arch. f. orth. u. Unf. Chir. 1926, Bd. 24.

Willis: The lumbosacral vertebral Column in Man, its stability of form and function. The Americ. Journ. of Anatomy 1924.

Südostdeutscher Chirurgentag: Finck, Junghanns, Meyer, Schmorl, Weil. Ref. Zentrbl. f. Chir. 1930, Bd. 57.

Henry: Traumatische Sp. Ref. Zentr. Org. Chir. 1927, Bd. 36.

Meyer-Burgdorff: Untersuchungen zur Aetiologie des Wirbelgleitens. Zentral. Org. Chir. 1931, Bd. 54.

Stojanov, Sitenko, Stepin. Ref. Zentr. Org. Chir. 1930, Bd. 50.

Meyer-Burgdorff: Untersuchungen über das Wirbelgleiten. Georg Thimme, Leipzig.

Derselbe: Bildverbesserung durch Kompressionsblenden. Rö.-Praxis. 2. Jahrg. H. 20.

Tagung der Vereinig. nordwestdeutscher Chirurgen: v. Hayek. Zentralbl. Chir. 1931, Bd. 58, Nr. 40.

Lebenslauf

Am 26. Juni 1908 wurde ich in Breslau als Sohn des Prof. Dr. Gustav Drehmann geboren. Ich bin preußischer Staatsangehöriger und evangelischer Konfession. 1926 bestand ich in Breslau auf dem Johannes-Gymnasium das Abitur. 1928 bestand ich nach einem Studium von vier Semestern in Würzburg das Physikum. Den Rest meiner Studienzeit verbrachte ich in Breslau, wo ich nach dem zehnten Studiensemester das Staatsexamen bestand.

Fritz Drehmann.